Elektronica en Telecommunicatie 5

Gemeenschappelijke publikatie van de
Sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.v.I. en het
Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.
Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

621.395.35:621.396

Ontwikkeling van de Radiotelefonie[1])

door ir. C. A. G. Kloeck, Radiostation Nederhorst den Berg

Summary: *The development of Radio-telephony.*
In this article a survey is given of the evolution in the field of radio-telephony. Mention is made of the development of:
- an automatically controlled hybrid-network (developed 1939);
- the Lincompex (recent development);
- a semi-automatic dialling system.

The Lincompex keeps the overall gain within very small limits; anti-singing devices, anti-fading correction etc. can now be eliminated.

The technical improvements also have a decidedly favourable influence on the operational side of radio-telephone traffic.

As a result of the entire development a semi-automatic dialling system was introduced, so that now the first intercontinental semi-automatic radio-telephone circuit (between the Netherlands and Curaçao) has become a fact.

Finally, mention is made of the results obtained on the circuit between the Netherlands and the Netherlands Antilles with respect to dialling.



1. Inleiding

In dit artikel wordt een overzicht gegeven van de recente ontwikkelingen op het gebied van de radiotelefonie.

Dat de radiotelefonieverbindingen in het totaal van het intercontinentale telefoonverkeer van Nederland uit een belangrijke plaats innemen, blijkt uit tabel 1. Hierin zijn met elkaar vergeleken het telefoonverkeer van Nederland uit via kabel en satelliet met de Verenigde Staten van Amerika (geeft de grootste bijdrage tot het intercontinentale telefoonverkeer) en het radiotelefonieverkeer tussen Nederland en de Nederlandse Antillen, Suriname en Indonesië (zie ook fig. 1).

Door toepassing van moderne technieken kan de efficiëntie van de radiotelefoniekanalen worden opgevoerd en de kwaliteit van de transmissie worden verbeterd, hetgeen – gezien het aantal gesprekken – zeker verantwoord is te noemen.

De gemiddelde gespreksduur bedroeg voor de Nederlandse Antillen 3,5 min, voor Suriname 3,7 min, voor Indonesië 7,7 min en voor de Verenigde Staten 8,5 min.

De automatische radiovork, welke van kort na de Tweede Wereldoorlog dateert, betekende destijds een grote verbetering.

Tabel 1. Verkeerscijfers voor de telefoonverbindingen van Nederland met de Nederlandse Antillen, Suriname, Indonesië en de Verenigde Staten van Amerika.

Aantal telefoongesprekken van Nederland uit gevoerd met:

	Ned. Antillen	Suriname	Indonesië	Ned. Antillen, Suriname en Indonesië samen	Ver. Staten van Amerika [2])
1960	11 000	4 500	200	15 700	16 000
1961	11 000	4 500	—	15 500	18 000
1962	13 000	6 000	—	19 000	22 000
1963	13 500	6 500	—	20 000	25 000
1964	15 500	8 000	1 700	25 200	33 000
1965	18 000	11 000	2 200	31 200	40 000
1966	20 500	12 500	2 800	35 800	46 000
1967	23 000	13 000	2 400	38 [illegible]	53 000

[1]) Manuscript ontvangen 19 februari 1970.

[2]) 'De Ingenieur' 1969, nr. 36, blz. ET 147.

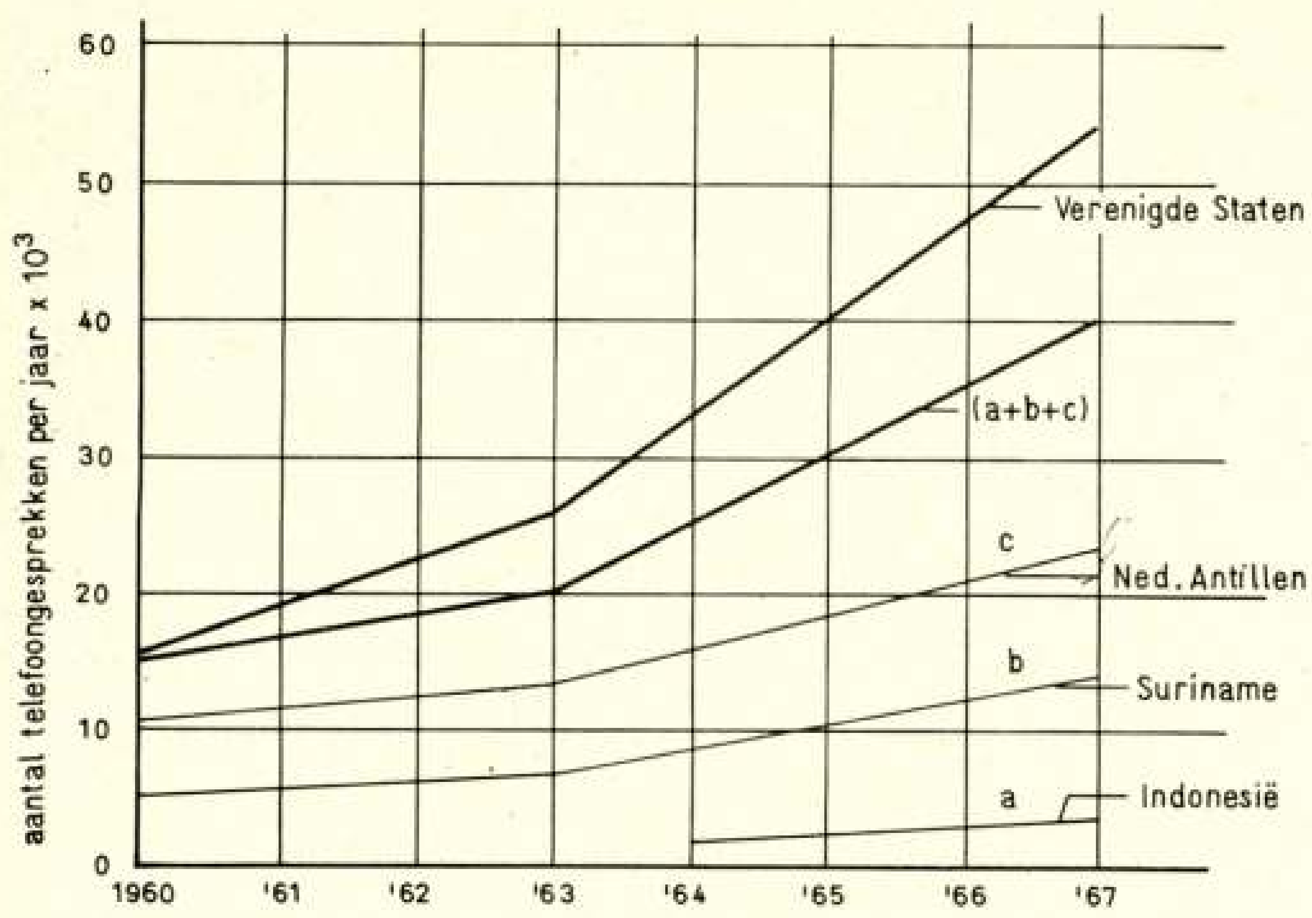


Fig. 1. Het aantal intercontinentale telefoongesprekken in de jaren 1960 ... 1967 van Nederland uit gevoerd met resp. de Nederlandse Antillen, Suriname, Indonesië en de Ver. Staten.

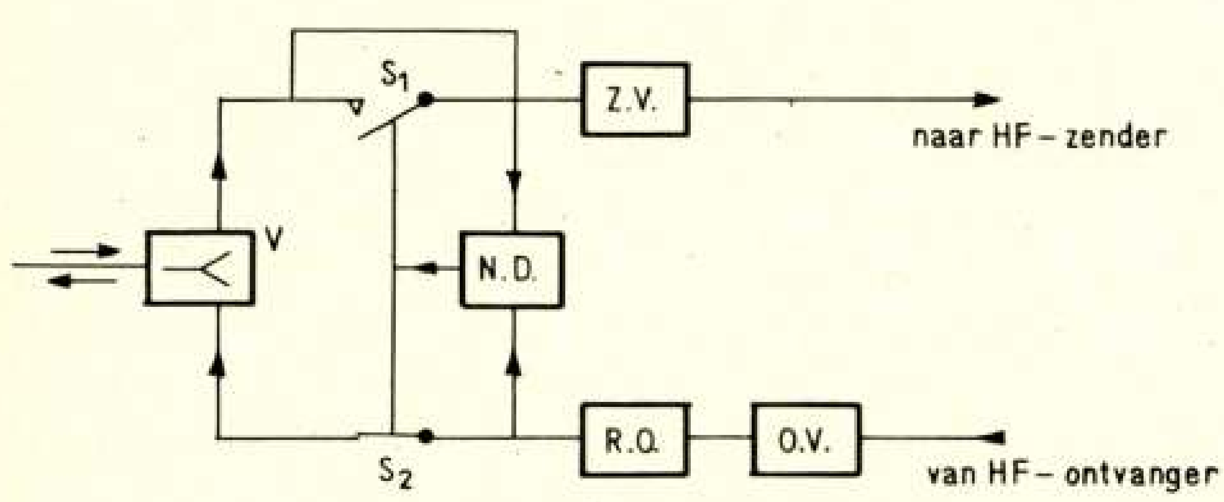


Fig. 2. Het blokschema van de automatische radiovork.

De 'oude' vierdraadsverbinding was daardoor voor de abonnee een tweedraadsverbinding geworden; hierdoor werd de bediening aanzienlijk vergemakkelijkt. Toch waren ook tegen dit systeem een aantal bezwaren. Deze worden toegelicht in hoofdstuk **2** aan de hand van de werking van de radiovork.

Eerst de nieuwste ontwikkeling op het gebied van de radiotelefonie, de Lincompex (*Lin*ked *Comp*ression and *Ex*pansion), is in staat gebleken de bezwaren, verbonden aan de radiovork en de HF-transmissie, te ondervangen. Hierdoor kunnen de kwaliteit en het bedieningscomfort van een radiotelefoonverbinding die van een kabelverbinding evenaren (zie hoofdstuk **3**).

De systeemopbouw van een volgens het Lincompex-systeem uitgeruste radiotelefonieverbinding, gepaard aan de goede overdrachtskwaliteit, maakt het mogelijk op een telefonieverbinding via de HF-radio een semi-automatisch kiessysteem toe te passen. Deze mogelijkheid was tot dan toe slechts aanwezig op kabel- en satellietverbindingen, omdat deze transmissiemedia (in tegenstelling tot de conventionele radiocircuits) een constante kwaliteit aanbieden. Het zal duidelijk zijn, dat verschijnselen als fading en veelvuldig optreden van stoorders in het overvolle HF-spectrum een betrouwbare overdracht van kiesimpulsen vrijwel onmogelijk maakten. De Lincompex biedt echter een goede bescherming tegen deze 'HF-kwalen', waardoor de mogelijkheid ontstond in september 1969 tussen Nederland en de Nederlandse Antillen de eerste intercontinentale semi-automatische radiotelefonieverbinding op de HF-radio in proefbedrijf te nemen. Een en ander wordt in hoofdstuk **4** toegelicht; in hoofdstuk **5** worden enige resultaten van het Lincompex-systeem met semi-automatische kiesmogelijkheid weergegeven.

Evenals dat bij de kabel- en satellietverbindingen het geval is mag men verwachten, dat ook het verkeer op de met Lincompex uitgeruste semi-automatische radioverbindingen door de verbetering van de kwaliteit en de snelheid van de verkeersafwikkeling in de eerstkomende jaren sterk zal stijgen.

2. De conventionele radiotelefonieverbindingen

2.1. De automatische radiovork

Bij de conventionele radiotelefonie staat de automatische radiovork centraal; deze geeft de mogelijkheid tot een semi-duplexverbinding. In fig. 2 is het blokschema van de radiovork weergegeven; in fig. 6 is de radiovork afgebeeld.

De belangrijkste onderdelen van deze radiovork zijn de Campbell-vork (V), de zend- en de ontvang-Vogad (Z.V. en O.V.), de ruisonderdrukker (R.O.), de sluiters S_1 en S_2 en de niveau-detector (N.D.).

2.1.1. De Campbell-vork

De Campbell-vork zet het tweedraadscircuit van de abonnee om in een vierdraadscircuit naar het transmissiemedium. Deze omzetting is noodzakelijk, omdat in de verbinding versterkers opgenomen zijn.

De Campbell-vork moet een balans teweegbrengen tussen de tweedraads-abonneezijde en de 'kunstlijn'; deze laatste wordt gerealiseerd door een vaste impedantie aan te brengen. Omdat echter de telefooncircuits niet steeds een onderling gelijke impedantie bezitten en bovendien de impedantie van een kabel door allerlei oorzaken kan variëren, zal er bijna nooit een balanssituatie ontstaan. Hierdoor ontstaat een overloop van de ontvangzijde van de vork naar de zendzijde. Er is naar gestreefd de overloopdemping nooit kleiner dan 15 dB te laten worden. Dit wordt bereikt door een geschikte keuze van de impedantie van de kunstlijn.

2.1.2. De zend- en de ontvang-Vogad

De beide *Vogads* (*V*oice *O*perated *G*ain *A*djusting *D*evice) zetten het ingangssignaal (spraak) om in hetzelfde signaal, maar met een niveau van 0 dB (dit zijn de maxima in de spraak t.g.v. de dynamiek). De voorwaarde, waaraan het ingangsniveau moet voldoen, is dat het boven -50 dB moet liggen. Voor de *ontvang-Vogad* is echter nog een tweede voorwaarde noodzakelijk, en wel deze, dat de omhullende van het ingangssignaal een amplitudevariatie moet vertonen van 5 tot 15 Hz, het zgn. lettergreep-ritme. Deze extra voorwaarde voor de ontvang-Vogad is noodzakelijk omdat aan de ontvangzijde

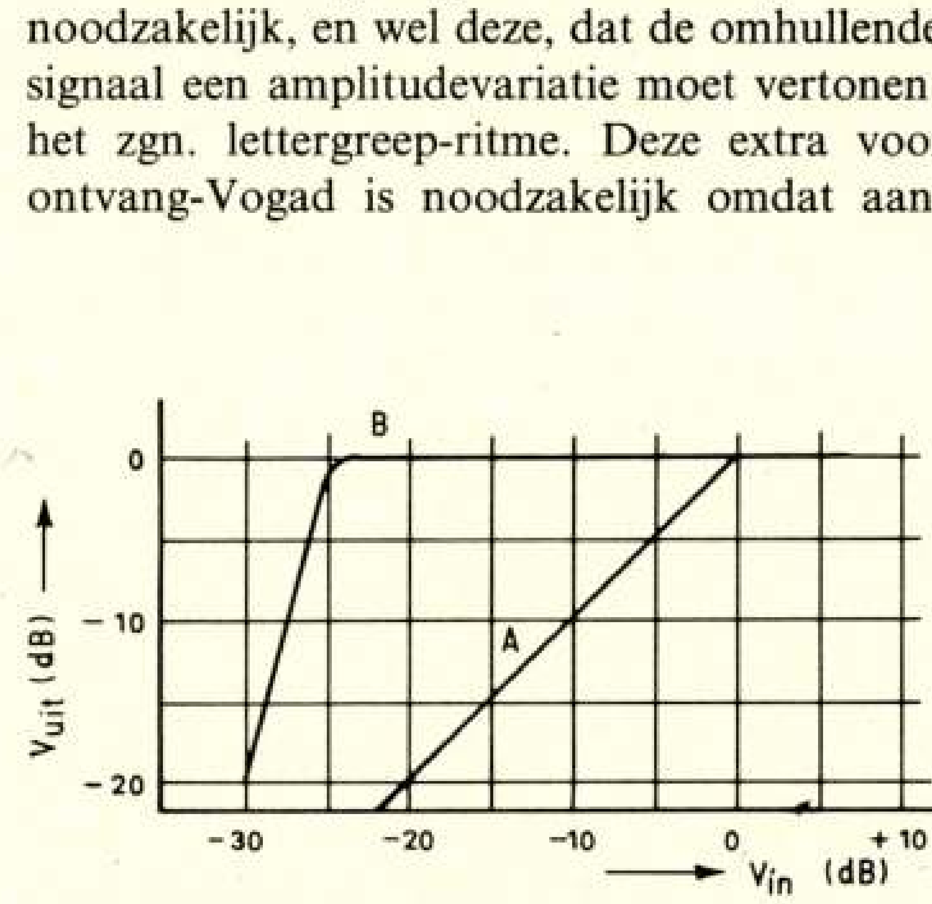


Fig. 3. De regelkarakteristieken van de ontvang-Vogad voor ongewenste signalen gedurende spraakpauzen (A) en spraak (met lettergreepritme) (B).

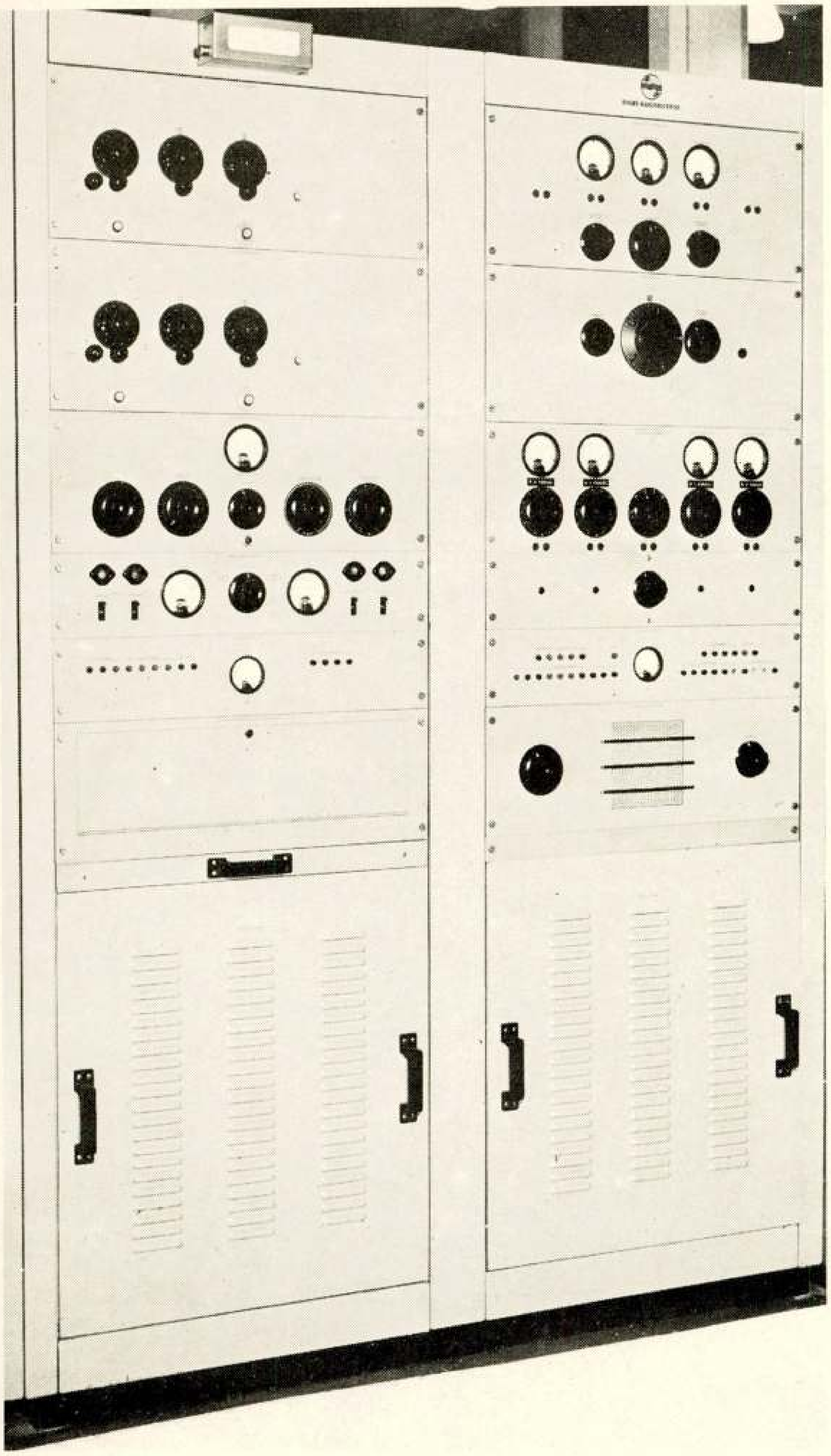


Fig. 4. Een HF-ontvanger C 5 in buizenuitvoering.

ook atmosferische ruis, stoorders, enz. kunnen worden ontvangen. Zou deze extra voorwaarde niet aanwezig zijn, dan zouden ook de niet-gewenste signalen gedurende de spraakpauzes tot 0 dB worden opgeregeld, hetgeen uiteraard niet de bedoeling is. Voor de niet-gewenste signalen werkt de ontvang-Vogad als een lineaire versterker, hetgeen blijkt uit fig. 3.

De ontvang-Vogad heeft een tweeledig doel, nl. het maken van onderscheid tussen 'spraak' en 'geen spraak' en het zoveel mogelijk corrigeren van de fading.

De opregeling door de zend-Vogad is noodzakelijk ten einde zoveel mogelijk energie aan de HF-zender toe te voeren. Fig. 4 toont een uitvoeringsvorm van een HF-ontvanger.

2.1.3. De ruisonderdrukker

De ruisonderdrukker tracht aan de ontvangzijde nog eens een extra onderscheid te maken tussen 'spraak' en 'geen spraak'. Bij afwezigheid van spraak geeft hij in het spraakcircuit een demping van 40 dB. Deze werking berust op het feit dat het gemiddelde niveau van het ontvangen signaal wordt bepaald en afhankelijk van dit niveau de 40-dB verzwakking wordt in- of uitgeschakeld.

Uit fig. 3 blijkt reeds, dat de ontvang-Vogad een verschil tussen 'spraak' en 'geen spraak' maakt. Zolang het verschil tussen spraak en 'ongewenste' signalen groter is dan 10 dB kan de ruisonderdrukker de genoemde 40 dB in- en uitschakelen. Is het verschil kleiner dan 10 dB, dan kan de ruisonderdrukker het onderscheid niet meer waarnemen; hij geeft dan zowel spraak als ongewenste signalen aan de abonnee door. Het circuit is dan niet meer bruikbaar voor abonneeverkeer.

2.1.4. De sluiters

De sluiters S_1 en S_2 zorgen ervoor, dat slechts één van de zijden

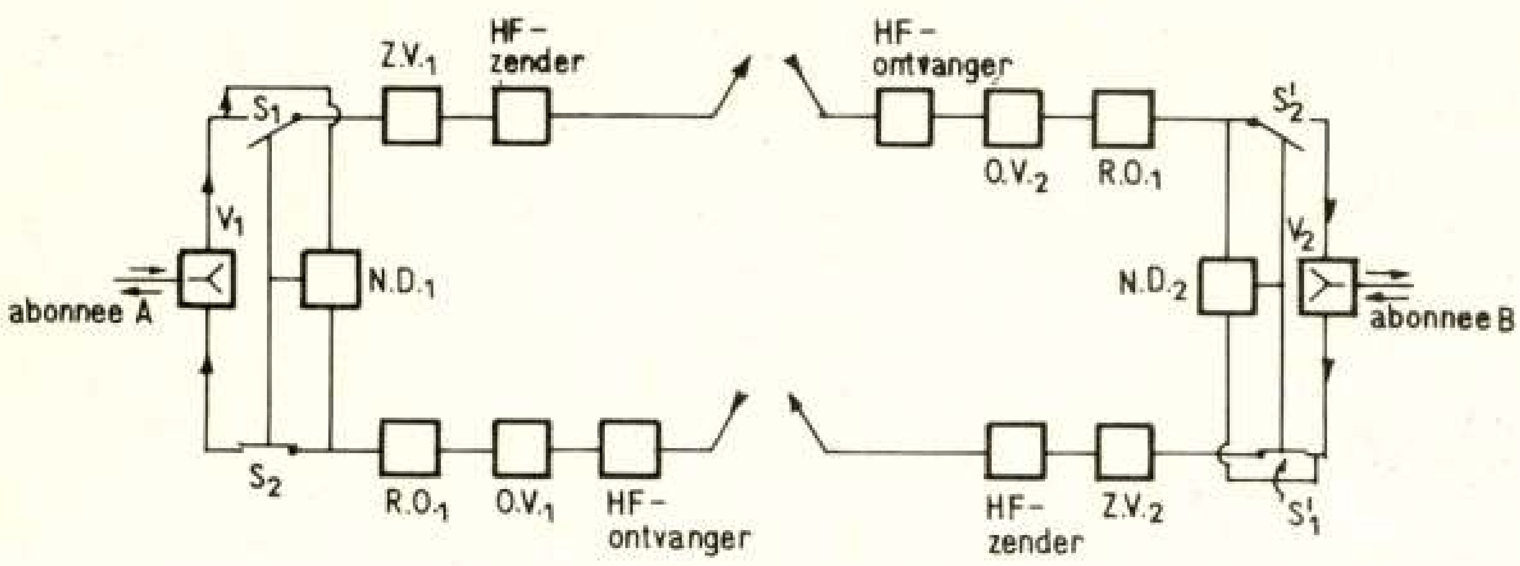


Fig. 5. Het blokschema van een radiotelefonieverbinding.

van de vierdraadslus staat doorgeschakeld. Deze voorziening is nodig omdat in het vierdraadscircuit een aantal versterkers zijn opgenomen, waardoor de mogelijkheid tot genereren aanwezig is. De overloop van de vork zorgt daarbij voor het gesloten circuit. Om dit 'rondzingen' te voorkomen wordt slechts één zijde doorgeschakeld. Welke zijde dit is, is afhankelijk van de niveaus op de zend- en de ontvangtak. De sluiters zijn relais, die een tak volledig kunnen onderbreken. Het al dan niet goed functioneren van een radiotelefonieverbinding hangt ten nauwste samen met het al dan niet goed functioneren van deze sluiters, hetgeen ook uit het vervolg zal blijken.

2.1.5. De niveau-detector

Nadat de signalen uit beide takken van de vierdraadsverbinding gelijkgericht zijn, worden zij aan een niveau-detector toegevoerd die bepaalt, welke van deze signalen het hoogste niveau heeft. De tak met het hoogste niveau wordt door de sluiter doorgeschakeld.

2.2. De radiovork opgenomen in het totale radiocircuit

In fig. 5 zijn de radiovorken aan beide zijden van het radiocircuit weergegeven; aan de hand van dit blokschema zal de werking worden nagegaan.

We gaan uit van de situatie dat abonnee B spreekt; de Campbell-vork V_2 transformeert de tweedraads-abonneeverbinding in een vierdraadsverbinding. Achter deze vork wordt het spraaksignaal zowel aan de zend-Vogad Z.V.$_2$ als aan de niveaudetector N.D.$_2$ toegevoerd. In de niveau-detector wordt het niveau van het signaal op de zendtak vergeleken met dat op de ontvangtak. Daar abonnee B aan het spreken is, is het niveau op de zendtak het hoogst; de zendweg wordt daarom doorgeschakeld en de ontvangweg onderbroken. Na de sluiter S_1' wordt het signaal in de zend-Vogad Z.V.$_2$ opgeregeld tot een gemiddeld niveau van 0 dB. Dit opgeregelde signaal wordt toegevoerd aan een HF-enkelzijbandzender en volgens de C.C.I.R.-aanbeveling 348-1 gemoduleerd op een draaggolf met een frequentie, welke aangepast is aan de ionosferische condities op dat moment. De ionosfeer is het transmissiemedium voor de korte golven of HF (3 ... 30 MHz).

In de HF-ontvanger wordt het signaal ontvangen en gedemoduleerd naar het spraakcentrum van 300 ... 2750 Hz. Daarna wordt het signaal toegevoerd aan de ontvang-Vogad O.V.$_1$, welke het versterkt tot een niveau van 0 dB (zie fig. 3). Het signaal komt vervolgens in de ruisonderdrukker R.O.$_1$, welke onderscheid tracht te maken tussen spraak enerzijds en ruis gedurende de spraakpauzes anderzijds. In de niveau-detector N.D.$_1$ worden de niveaus van de signalen van de zend- en ontvangtak met elkaar vergeleken; de tak met het hoogste niveau (dat is dus hier de ontvangtak) wordt doorgeschakeld. In de Campbell-vork V_2 wordt het vierdraadscircuit weer omgezet in een tweedraadscircuit naar de abonnee A.

Hiermede is één zijde van het radiotelefooncircuit beschreven. Zolang abonnee B blijft spreken, kan abonnee A nooit tussenbeide komen, omdat hij niet in staat is de sluiter S_1 een doorverbinding naar de zender te doen maken; immers abonnee B houdt de sluiter S_2 door zijn spraak continu op. Dit niet kunnen interrumperen vereist van de deelnemers aan een radiotelefoongesprek een bepaalde geoefendheid.

Als abonnee B ophoudt met spreken, kan abonnee A beginnen. De sluiter S_2 verbreekt de verbinding tussen de ruisonderdrukker R.O.$_1$ en de Campbell-vork V_1; gelijktijdig wordt

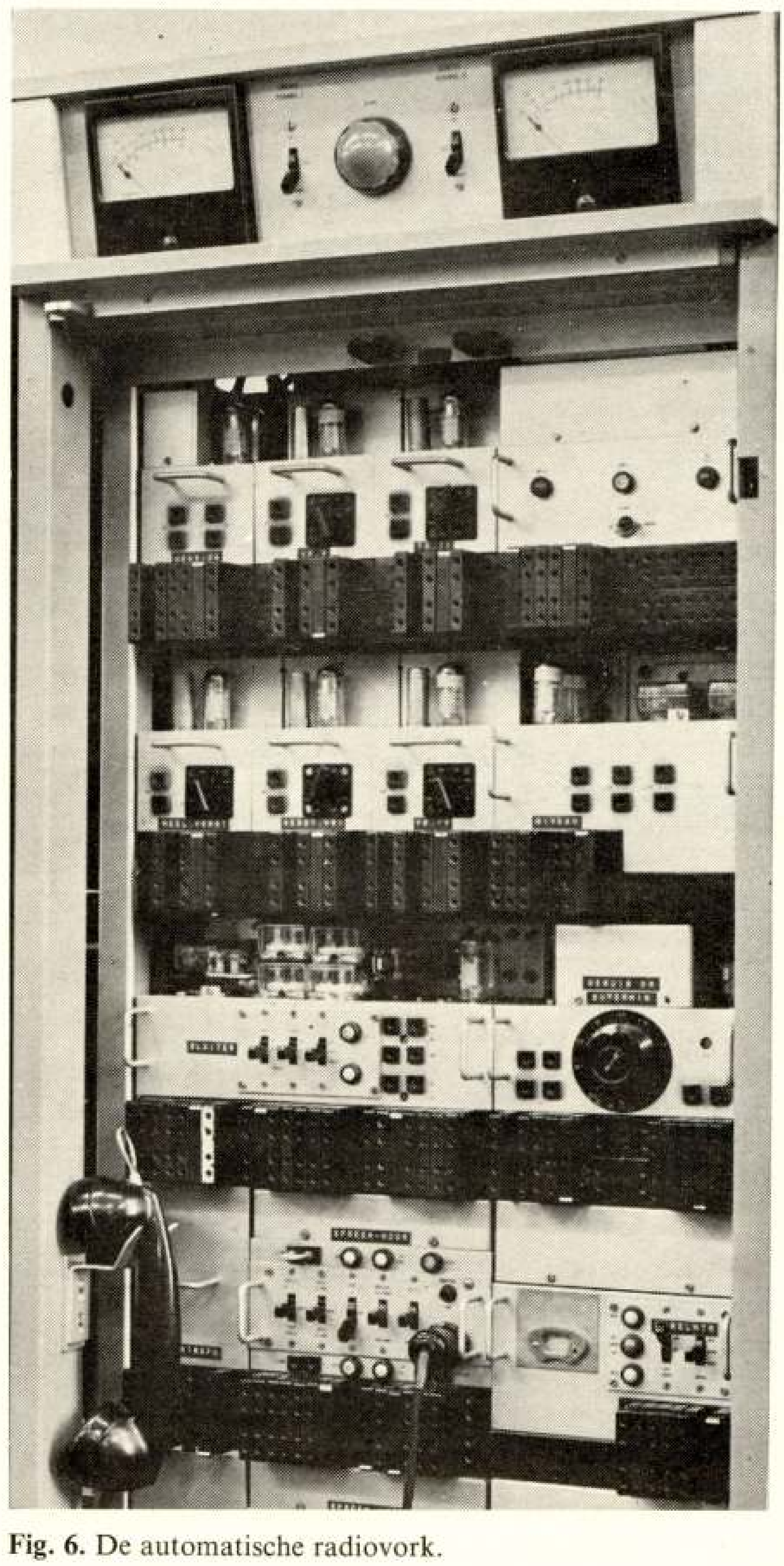


Fig. 6. De automatische radiovork.

de verbinding tussen deze vork en de zend-Vogad Z.V.$_1$ gemaakt, waardoor abonnee A toegang tot de HF-zender krijgt. In de HF-ontvanger wordt het signaal gedemoduleerd; in de ontvang-Vogad O.V.$_2$ wordt het versterkt tot 0 dB. Daar abonnee B niet meer spreekt, is het niveau op de ontvangzijde het hoogst. De verbinding tussen de ruisonderdrukker R.O.$_2$ en de Campbell-vork V_2 wordt via S_2' gemaakt en die tussen deze vork en de zend-Vogad Z.V.$_2$ wordt via de S_1' verbroken.

Hiermee is de totale lus beschreven. In principe is de radioverbinding een simplexverbinding, welke echter door het mechanisme van de niveau-detectie en de sluiters aan beide zijden automatisch wordt overgeschakeld van ontvangen naar zenden en omgekeerd.

Fig. 6 toont de opbouw van een automatische radiovork.

2.3. De bezwaren tegen de conventionele radiotelefoonverbindingen

De bezwaren, welke tegen de radiovork kunnen worden ingebracht, zijn grotendeels een gevolg van het gebruik van de sluiters en de Vogads. Een aantal van de bezwaren wordt hieronder nader toegelicht.

– Een direct gevolg van de aanwezigheid van de sluiters is, dat interrumperen niet mogelijk is. Bij de simplexverbindingen gebruikt men het woord 'over' om aan te geven dat men de tegenpartij aan het woord wil laten; bij de verbinding met radiovorken geschiedt deze overschakeling automatisch. Het niet kunnen interrumperen vereist echter van de gebruiker een geoefendheid; ongeoefende sprekers kunnen hiervan grote hinder ondervinden.

– De ontvang-Vogad versterkt het signaal gedurende de spraak tot een gemiddeld niveau van 0 dB. Bevindt zich nu in het spectrum van 300 ... 2750 Hz een stoorder, dan wordt ook deze stoorder gedurende de spraak versterkt. Dit houdt in, dat bij de zwakkere passages van de spraak de stoorder extra wordt bevoordeeld; daardoor zijn zwakke storingen reeds funest voor deze verbindingen.

– Zoals reeds in het voorgaande is aangegeven, worden de sluiters bediend door de niveau-detector. Deze vergelijkt *alleen* de niveaus van de beide signalen. Zijn nu de ontvangcondities slecht (bijv. signaal-ruisverhoudingen < 10 dB; hoog niveau van de ruis), dan is het gevolg hiervan dat de ontvangsluiter ook op de ruis gaat reageren.

– De ontvangst van de stoorders met 'lettergreepfrequenties' kan de verbinding voor het spraaksignaal onderbreken, omdat de sluiters op de ongewenste signalen omschakelen. Deze beide verschijnselen maken het circuit voor abonnee-verkeer onbruikbaar.

– De Vogad is een 'langzaam' regelend systeem. Dit is noodzakelijk omdat anders de dynamiek van de spraak bij de regeling verloren zou gaan. Tevens houdt dit in, dat snelle selectieve fading niet kan worden gecompenseerd; hierdoor ontstaat het specifieke 'timbre' van een radioverbinding.

– Eveneens een gevolg van het langzaam regelen is, dat de eerste lettergreep van het eerste woord niet of nauwelijks verstaanbaar is omdat de Vogad dan nog geen tijd heeft gehad dit signaal op te regelen. Vooral het doorgeven van cijfers is hierdoor bijzonder moeilijk.

– Het inregelen van de HF-zender geschiedt door bij het openen van de verbinding met behulp van een toon van 1000 Hz met een niveau van 0 dBm het betrokken kanaal in de HF-zender

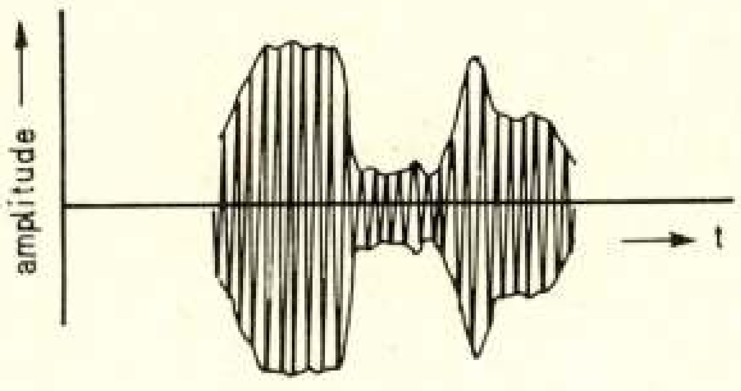


Fig. 7. Een spraaksignaal.

zodanig in te stellen, dat het signaal onvervormd wordt uitgezonden. Daarna kan het abonneeverkeer worden toegelaten.

Het niveau van de spraak wordt door de zend-Vogad weliswaar versterkt tot 0 dBm, maar de dynamiek-variaties bedragen toch nog 30 à 40 dB. Hierdoor wordt de zender slechts af en toe volledig uitgestuurd; uit dien hoofde zal het gemiddelde uitgezonden vermogen 10 à 20 dB liggen beneden het vermogen dat maximaal kan worden uitgezonden.

Hiermee zijn enige van de belangrijkste bezwaren tegen de conventionele radioverbindingen gekarakteriseerd. In de loop van de jaren is steeds getracht een of meer van deze bezwaren op te heffen door een of meer onderdelen van de radiovork te verbeteren of te vervangen. De oplossing werd echter gevonden door het gehele systeem te veranderen. De Engelse G.P.O. heeft hierin een belangrijke bijdrage geleverd door de ontwikkeling van de Lincompex.

3. De radiotelefooncircuits volgens het Lincompex-systeem

3.1. Het principe van het Lincompex-systeem

Een spraaksignaal is opgebouwd uit twee componenten, nl. de dynamiek of amplitude-informatie en de toonhoogte of frequentie-informatie.

De dynamiek is een langzaam variërend niveau, waarbij de frequentie van de variaties ligt tussen 5 en 15 Hz.

De toonhoogte is de frequentie, waarop de dynamiek is gemoduleerd; zij is kenmerkend voor de persoon (fig. 7).

Het Lincompex-systeem kan nu als volgt kort worden omschreven: in de zend-Lincompex worden de dynamiek en de frequentie-informatie van elkaar gescheiden. De frequentie-informatie wordt door een filter in bandbreedte beperkt van 300 ... 2750 Hz; de amplitude van dit signaal is nu verder constant. De amplitude-informatie wordt getransformeerd in een FM-signaal met een frequentiezwaai van 120 Hz rond een centrale frequentie van 2900 Hz. Beide signalen worden daarna in een frequentieband van 300 ... 3000 Hz gelegd en op een draaggolf in het kortegolfgebied gemoduleerd.

In de ontvang-Lincompex worden de beide signalen weer van elkaar gescheiden met behulp van filters. De frequentie-informatie wordt zodanig versterkt en begrensd dat er geen amplitudevariaties meer zijn (deze kunnen door fading zijn ontstaan). Het FM-signaal van 2840 ... 2960 Hz wordt met behulp van een discriminator weer omgezet in een amplitude-informatie, gelijk aan de verzonden dynamiek. Daarna wordt deze amplitude-informatie weer op de frequentie-informatie gemoduleerd, waardoor het oorspronkelijke spraaksignaal gereconstrueerd is.

3.2. De werking van het Lincompex-systeem

De Lincompex (zie fig. 16) is opgebouwd uit de zend- en de

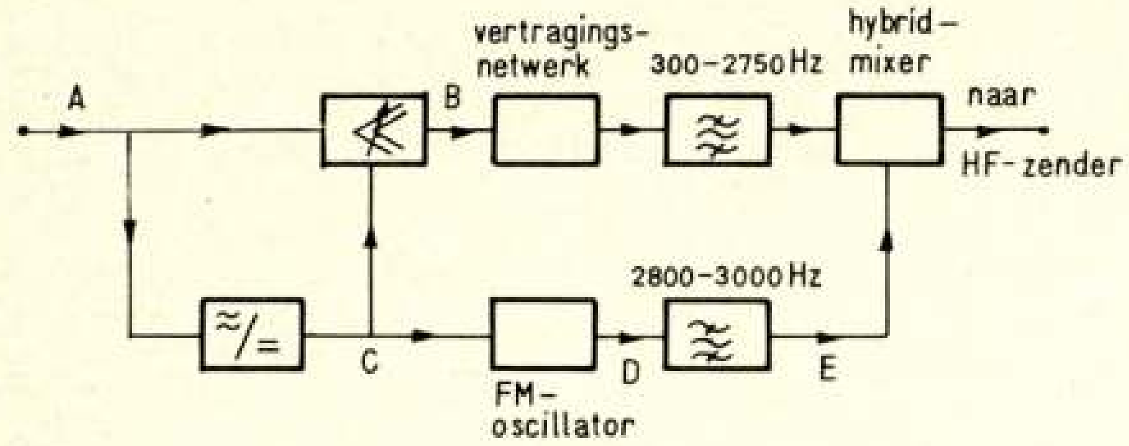


Fig. 8. Het blokschema van een zend-Lincompex.

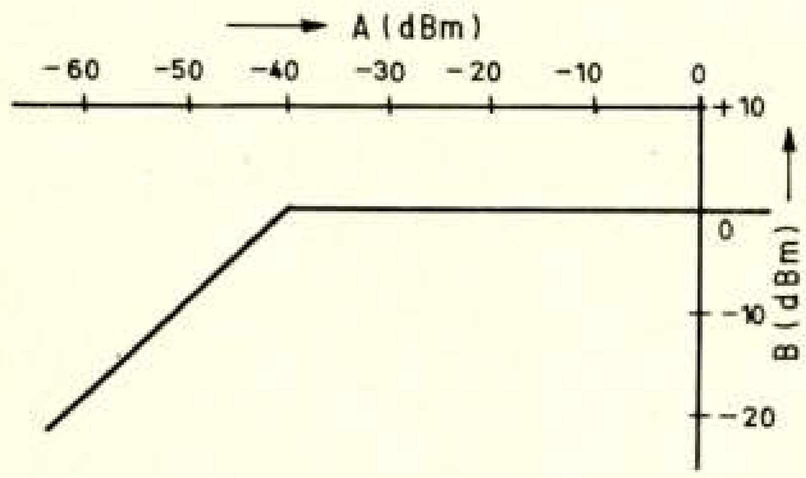


Fig. 9. De regelkarakteristiek van de regelbare versterker.

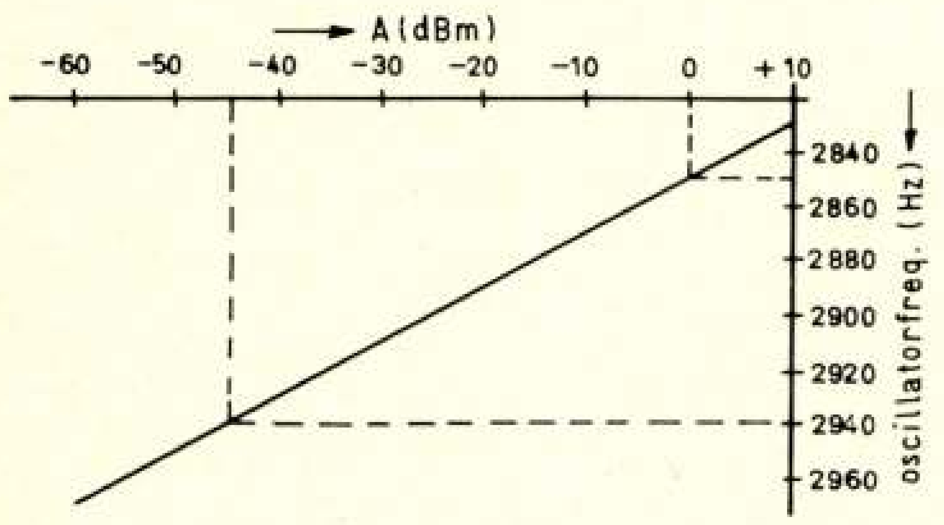


Fig. 10. De regelkarakteristiek van de FM-oscillator.

ontvang-Lincompex. Hieronder zullen de beide delen in het kort worden beschreven.

3.2.1. De zend-Lincompex

In fig. 8 is het blokschema van de zend-Lincompex weergegeven.

Het spraaksignaal A (zoals bijv. in fig. 7) wordt toegevoerd aan een regelbare versterker en een gelijkrichter. De gelijkrichter is zodanig ingericht dat aan zijn uitgang alleen nog de *dynamiek* van de spraak over is. Het uitgangssignaal C van de gelijkrichter wordt voor twee doeleinden gebruikt en wel als regelspanning voor de regelbare versterker en als sturing voor een FM-oscillator.

Het signaal C stelt de versterker zodanig in, dat zijn uitgangssignaal B constant van amplitude is, mits het ingangssignaal A sterker is dan −40 dBm. Voor signalen zwakker dan −40 dBm werkt de versterker als een lineaire versterker. In fig. 9 is in een grafiek het verband aangegeven tussen het niveau van het ingangssignaal A en dat van het uitgangssignaal B. Het signaal B vertoont boven −40 dBm geen dynamiek meer, waardoor het alleen de *frequentie-informatie* van de spraak bevat.

Het signaal C wordt ook gebruikt om de FM-oscillator te sturen. Deze oscillator zet amplitudevariaties van dit signaal om in frequentieveranderingen; de frequentie van het uitgangssignaal D is dus een functie van de amplitude van het ingangssignaal A. Het verband tussen de amplitude van signaal A en de frequentie van de oscillator is weergegeven in fig. 10.

Het uitgangssignaal D van de oscillator wordt daarna door een filter gevoerd om de bandbreedte van dit signaal tot 200 Hz te beperken. Daar de bandbreedte van dit filter veel smaller is dan die van het filter in de frequentie-informatieweg, ontstaat er een looptijdverschil in beide wegen. Om dit te compenseren wordt het signaal B door een vertragingsnetwerk gevoerd, waardoor de beide delen van de spraak in de 'hybrid-mixer' weer in fase zijn. In deze mixer worden de beide signalen bij elkaar opgeteld en in de band van 300 ... 3000 Hz ondergebracht.

3.2.2. De ontvang-Lincompex

In fig. 11 is het blokschema van de ontvang-Lincompex weergegeven.

Aan de ingang van de ontvang-Lincompex zijn twee filters geplaatst welke de band van 300 ... 3000 Hz splitsen in een tweetal signalen en wel de frequentie-informatie van 300 ... 2750 Hz en de regeltoon voor de amplitude-informatie van 2800 ... 3000 Hz.

Het uitgangssignaal F van het filter van 300 ... 2750 Hz wordt toegevoerd aan een fadingregelaar. Dit is een versterkerbegrenzer die de fading, op de radioweg ontstaan, compenseert; dit is mogelijk omdat de amplitude van de frequentie-informatie immers constant was. Aan de uitgang van de fadingregelaar is hieraan weer voldaan, mits de diepte van de fading niet meer bedroeg dan 20 dB. In fig. 12 is het verband tussen het in- en het uitgangssignaal van de fadingregelaar weergegeven.

Het uitgangssignaal H van het filter van 2800 ... 3000 Hz wordt toegevoerd aan een discriminator. Deze zet de frequentieveranderingen om in veranderingen van de spanning K. De frequentie-informatie wordt weer via een vertragingsnetwerk geleid en samen met de regelspanning K toegevoerd aan een regelbare versterker. De instelling van deze versterker wordt bepaald door de regelspanning en wel zodanig, dat de oorspronkelijke dynamiek weer op de frequentie-informatie wordt aangebracht. Het verband tussen de regeltoon H en het niveau van het uitgangssignaal L van de regelbare versterker is weergegeven in fig. 13.

De regeltoon is aan de ingang door een smaller filter gestuurd dan de frequentie-informatie. Hierdoor is het, evenals bij de zend-Lincompex, noodzakelijk de frequentie-informatie door

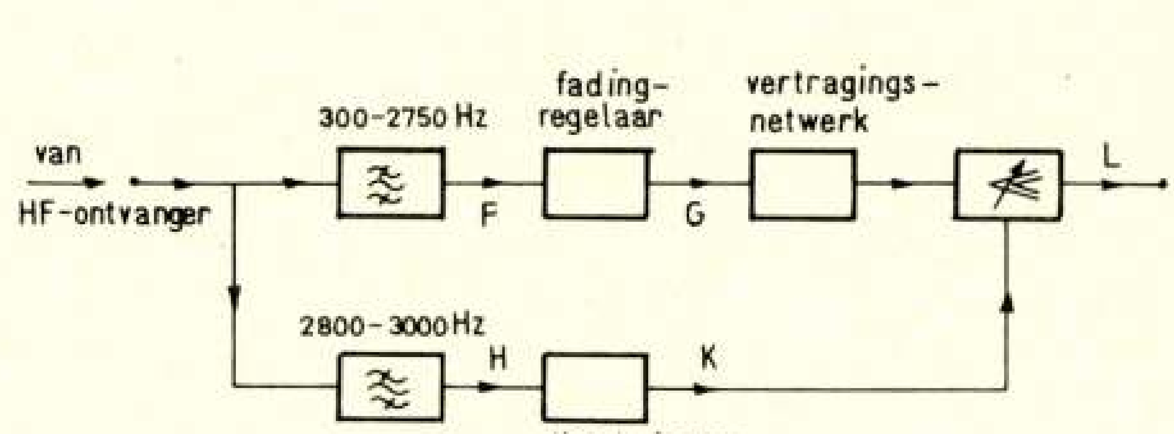


Fig. 11. Het blokschema van de ontvang-Lincompex.

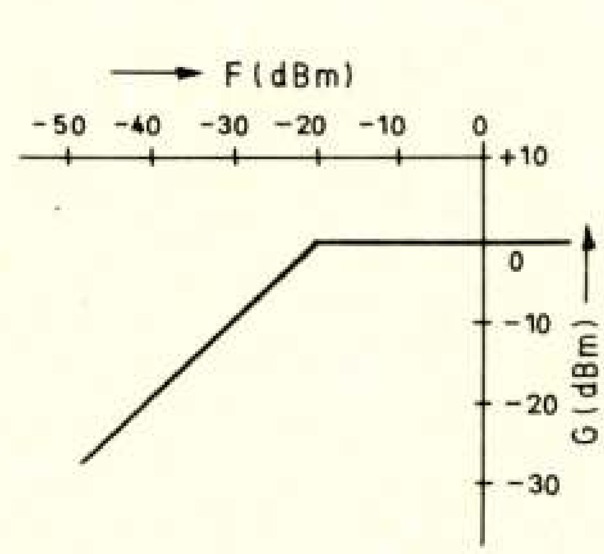


Fig. 12. De regelkarakteristiek van de fading-regelaar.

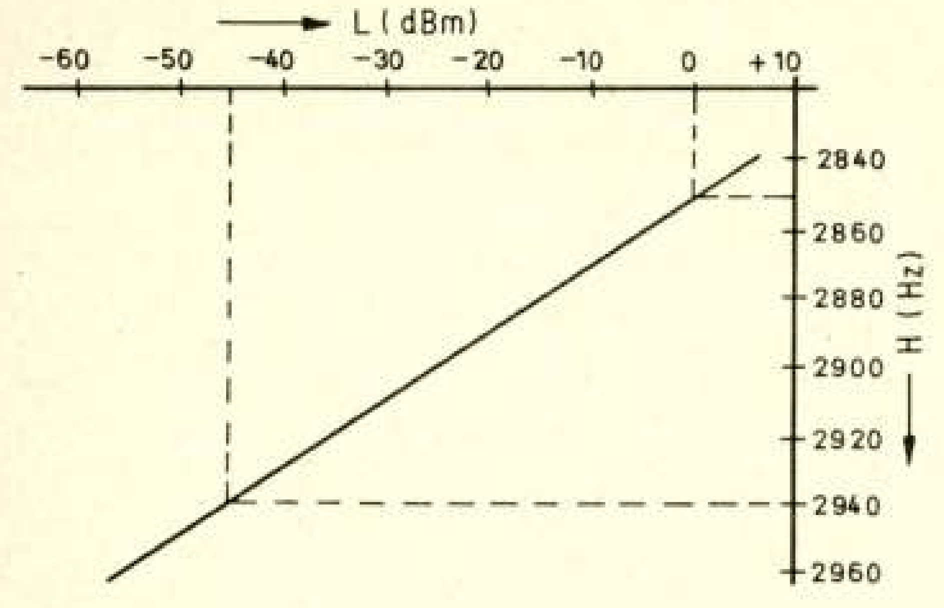


Fig. 13. De regelkarakteristiek van de discriminator.

een vertragingsnetwerk te leiden, waardoor de beide delen van de spraak aan het eind van de ontvang-Lincompex weer de juiste correlatie hebben. In fig. 14 is het tijdvolgordediagram voor de punten A ... L van de fig. 8 en 11 weergegeven.

3.3. Het Lincompex-systeem opgenomen in het radiocircuit

In fig. 15 is het blokschema van een radiotelefoniecircuit volgens het Lincompex-systeem opgenomen, zoals het bijv. sinds februari 1969 geldt voor de radiotelefonieverbinding tussen Nederland en de Nederlandse Antillen. Fig. 16 toont de uitvoeringsvorm van de Lincompex-zender en -ontvanger.

Wij denken ons in punt 1 een signaal van 1000 Hz met een niveau van 0 dBm. Achtereenvolgens bekijken wij nu de toestand op de punten 2 ... 10.

Bij de overgang van de tweedraads-abonneezijde naar de vierdraads-zendzijde wordt het signaal 3 dB gedempt, waardoor in punt 2 het niveau −3 dBm is.

In de zend-Lincompex wordt de frequentie-informatie van 1000 Hz opgeregeld naar 0 dBm, terwijl de amplitude-informatie van −3 dBm wordt omgezet in een frequentie van de FM-oscillator van 2856 Hz. In de hybrid-mixer worden de beide signalen (1000 Hz en 2856 Hz) bij elkaar opgeteld; het aldus ontstane spectrum in de band van 300 ... 3000 Hz (punt 3) wordt daarna op een HF-draaggolf van een enkelzijbandzender gemoduleerd.

Na demodulatie in de ontvanger wordt het spectrum (punt 4) toegevoerd aan de ontvang-Lincompex. Deze splitst het in twee banden en wel de frequentie-informatie van 300 ... 2750 Hz en de amplitude-informatie van 2800 ... 3000 Hz (regeltoon). De frequentie van de regeltoon (2856 Hz) geeft met behulp van de discriminator en de regelbare versterker in de ontvang-Lincompex aan de toon van 1000 Hz een niveau van −3 dBm, zodat in punt 5 weer een signaal van 1000 Hz met een niveau van −3 dBm aanwezig is.

De overgang van de vierdraads-ontvangzijde naar de tweedraads-abonneezijde van de vork geeft weer een demping van 3 dB; het signaal in punt 6 heeft dus een niveau van −6 dBm.

Nemen wij in de vork een overloopdemping van 15 dB aan van de ontvangzijde naar de zendzijde, dan kunnen wij de 'rondgaande versterking' van het circuit bepalen. In punt 5 hadden wij een niveau van −3 dBm; door de overloopdemping wordt in punt 7 het niveau −18 dBm. In de zend-Lincompex wordt dit niveau omgezet in een frequentie van 2856 Hz (punt 8). Na modulatie en demodulatie wordt in punt 9 aan de ontvang-Lincompex een tweetal frequenties aangeboden, nl. 1000 Hz van de frequentie-informatie en 2856 Hz van de amplitude-informatie (regeltoon).

In de ontvang-Lincompex worden de beide frequenties met behulp van twee filters weer uit elkaar gehaald. De frequentie van de regeltoon wordt in de discriminator omgezet in een regelspanning. In de regelbare versterker wordt aan de 1000 Hz met behulp van de regelspanning een niveau van −18 dBm gegeven.

De overloopdemping van de ontvangzijde (punt 10) naar de zendzijde (punt 2) stellen wij weer op −15 dB, zodat op punt 2 het niveau −33 dBm is. Het oorspronkelijke niveau op punt 2 was −3 dBm, zodat de totale rondgaande versterking voor het circuit −30 dB is. Genereren is dus uitgesloten.

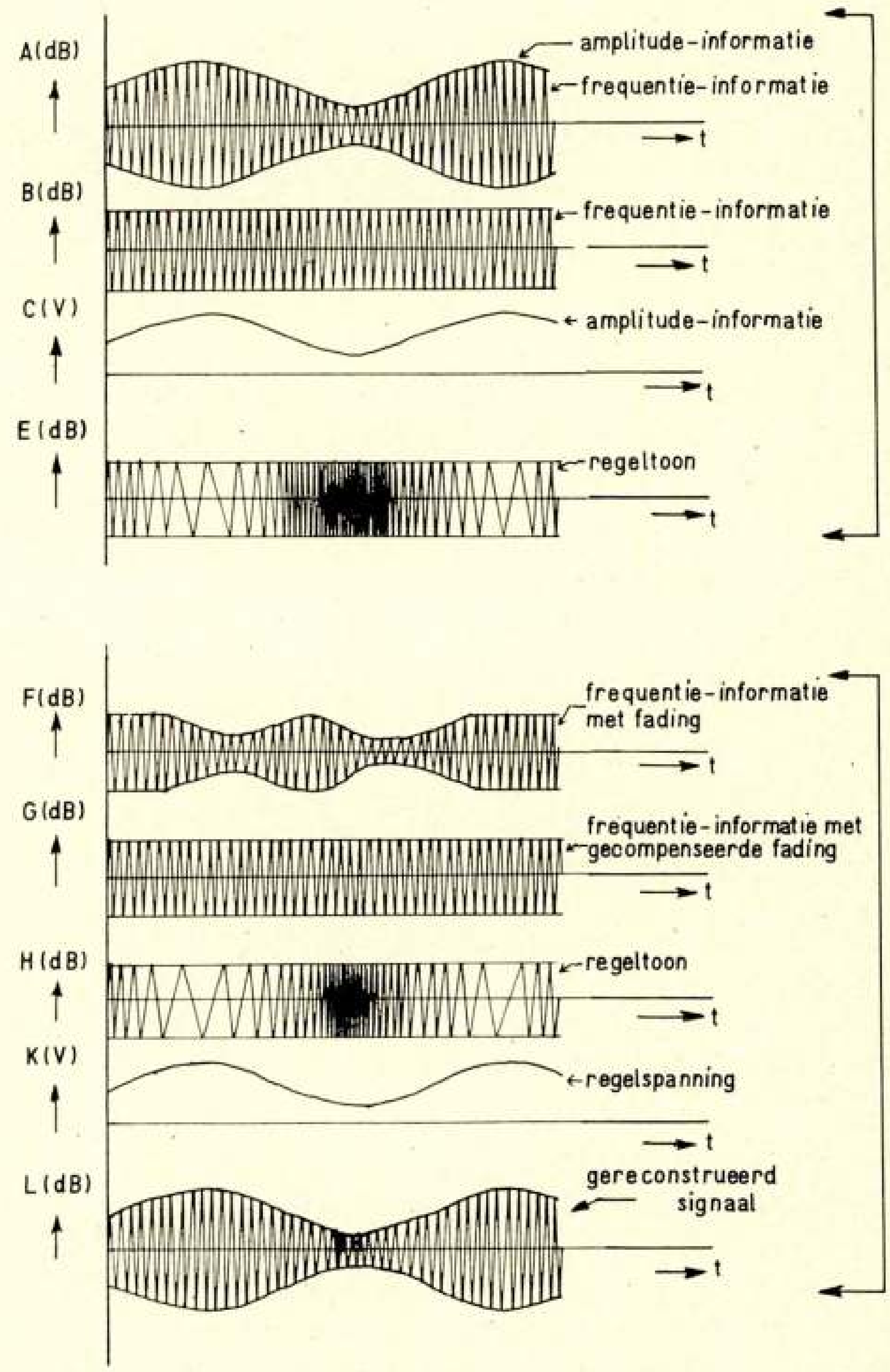


Fig. 14. Het tijdvolgordediagram van de signalen op de punten A ... L van de fig. 8 en 11.

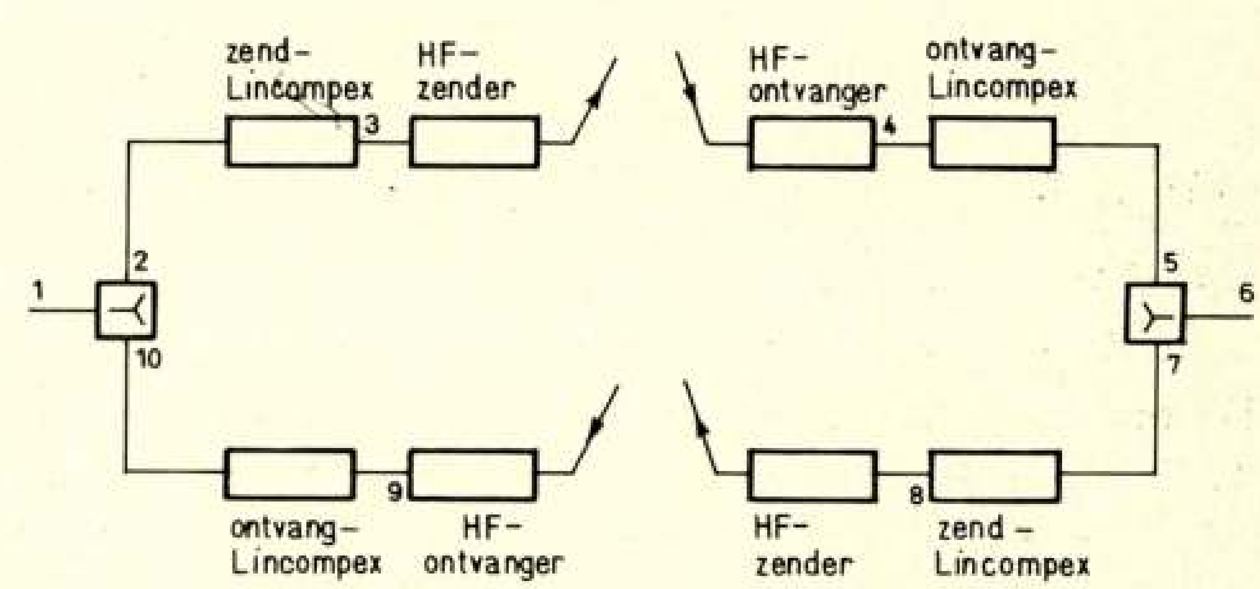


Fig. 15. Het blokschema van een HF-radiocircuit volgens het Lincompex-systeem.

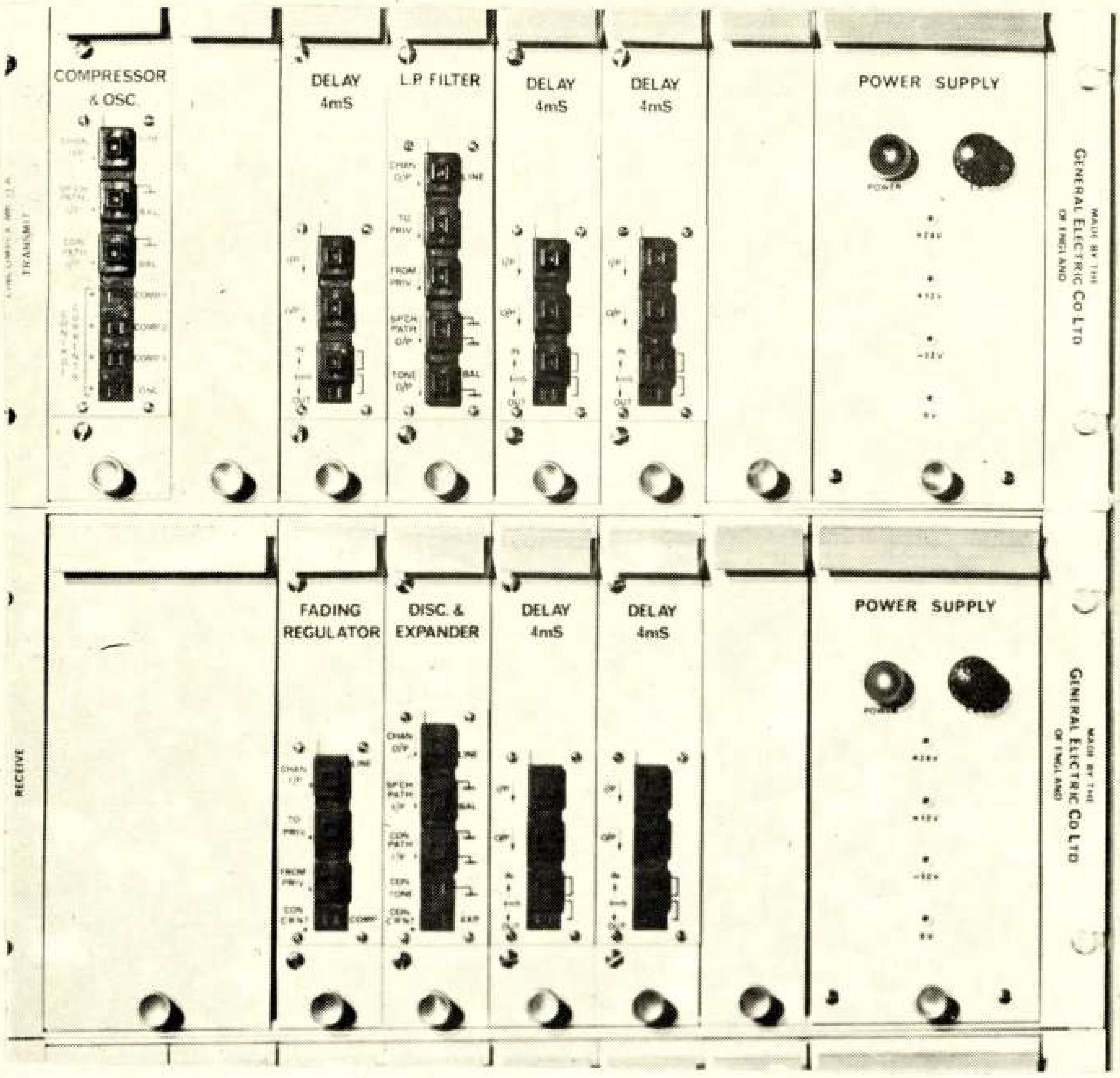


Fig. 16. Lincompex-zender en -ontvanger.

3.4. Vergelijking tussen de automatische radiovork en het Lincompex-systeem

In hoofdstuk **1** is de automatische radiovork besproken, terwijl hier het Lincompex-systeem is beschreven. Een aantal markante verschillen tussen de twee systemen vallen direct op:

3.4.1. De rondgaande versterking

Bij de conventionele radiocircuits kan ten gevolge van de zend- en de ontvang-Vogad de rondgaande versterking groter dan 0 dB zijn. Het gevolg hiervan was, dat sluiters moesten worden toegepast, met alle eventuele nadelige gevolgen van dien.

Bij het Lincompex-systeem kan de rondgaande versterking nooit groter zijn dan 0 dB; sluiters zijn dus overbodig, waardoor het bedieningscomfort vergroot is.

3.4.2. De uitsturing van de HF-zender

Het Lincompex-systeem transformeert de spraak in een tweetal componenten. Elk van deze componenten bevat *geen* of nagenoeg geen amplitude-modulatie meer, waardoor de HF-zender praktisch altijd op piekvermogen kan worden uitgestuurd. Bij het conventionele radiocircuit bevat het zendersignaal nog de dynamiek, waardoor het gemiddeld uitgezonden vermogen lager ligt (10 tot 20 dB) dan het piekvermogen.

3.4.3. De fadingcorrectie

De ontvang-Lincompex wordt bestuurd door twee signalen, welke aan de zendzijde constant van amplitude waren. De amplitudevariaties op deze ontvangen signalen ten gevolge van fading kunnen nu worden gecompenseerd met behulp van een begrenzer-versterker. Bij de conventionele radiocircuits is de dynamiek nog op het radiosignaal aanwezig; er kan slechts fadingcorrectie worden toegepast op een gemiddeld spraakniveau.

3.4.4. De storingsgevoeligheid

Bij de conventionele radiocircuits is een zwakke stoorder in de band van 300 ... 2750 Hz reeds voldoende om het circuit onbruikbaar te maken. Het Lincompex-systeem handhaaft echter de signaal-stoorverhouding zoals deze aan de ingang van de ontvanger wordt aangeboden en daar deze stoorder meestal zwakker is dan het gewenste signaal, is een stoorder nagenoeg nooit meer oorzaak van het onbruikbaar worden van een verbinding.

Een stoorder in het regelkanaal maakt het circuit echter wel onbruikbaar, doch de kans dat een stoorder hierin ligt is kleiner omdat dit kanaal slechts een bandbreedte van 200 Hz beslaat.

4. Het semi-automatische kiessysteem

4.1. Het handverkeer en het semi-automatische verkeer in het algemeen

Zoals reeds in hoofdstuk **1** is aangegeven, is op het Radio-ontvangstation Nera geëxperimenteerd met een semi-automatisch kiessysteem op een radiotelefonieverbinding. Het resultaat hiervan is, dat momenteel de *eerste intercontinentale semi-automatische radiotelefonieverbinding* sinds september 1969 in dienst is tussen de Nederlandse Antillen en Nederland.

Bij de exploitatie van een telefoonkanaal kan men in principe drie soorten bediening onderscheiden:

De oudste vorm van bediening komt voor bij het *handverkeer*.

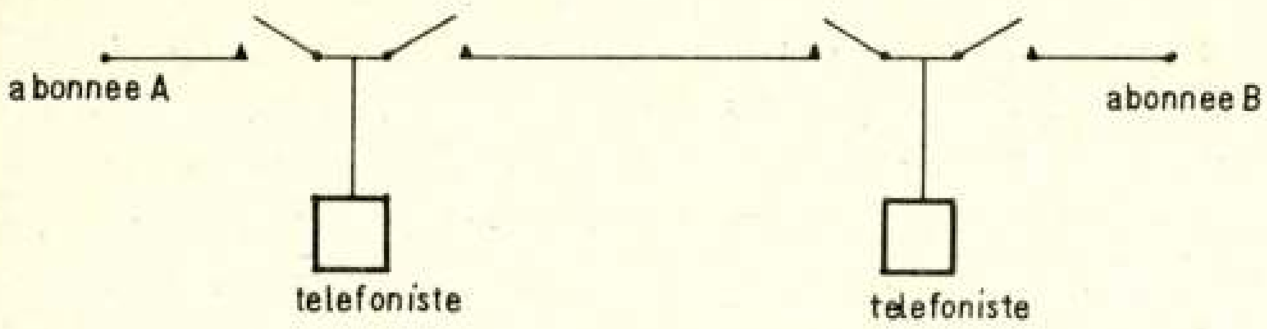


Fig. 17. Schematische opbouw van een circuit met handverkeer.

Voor Nederland is deze momenteel nog in gebruik voor Oosteuropese lijnverbindingen en voor de conventionele radioverbindingen.

Een nieuwere vorm komt voor bij het *semi-automatische verkeer*. Voor Nederland is deze in gebruik op de intercontinentale verbindingen en een aantal Westeuropese verbindingen.

Tenslotte is bij het *automatische verkeer* de bediening van het circuit geheel aan de abonnees zelf overgelaten. Alle Nederlandse abonnees, evenals een aantal in West-Europa (zoals in België, delen van de Duitse Bondsrepubliek, Engeland, Zwitserland en Frankrijk) kunnen van Nederland uit automatisch worden gekozen.

Eerst zal nader worden ingegaan op het handverkeer en het semi-automatische verkeer. In fig. 17 is de schakeling van een circuit met internationaal handverkeer weergegeven. Hierbij zijn steeds twee telefonistes nodig en wel één in het land van de aanvrager en één in het land van de aangevraagde abonnee.

De telefoniste in het land van de aanvrager roept de telefoniste in het land van de aangevraagde abonnee op en deelt haar het gewenste nummer mee. Beide telefonistes kiezen nu 'hun' abonnee en verbinden hem door na beantwoording; in het algemeen gaan zij daarna uit de verbinding. Het is duidelijk, dat deze manier van het tot stand brengen van de verbinding bijzonder tijdrovend is.

In fig. 18 is het schema van een semi-automatisch internationaal circuit weergegeven. Bij de opbouw van de verbinding is nu slechts de telefoniste in het land van de aanvrager nodig. Deze telefoniste heeft nl. de beschikking gekregen over een automatische toegang in de internationale centrale van het land van de aangevraagde abonnee. Zij kiest eerst het nummer van de aangevraagde abonnee en daarna dat van de abonnee, die heeft aangevraagd, waarna zij de beide abonnees verbindt en dan uit de verbinding treedt. Het is duidelijk dat zo de verbinding veel sneller tot stand komt, terwijl ook nog het werk van een telefoniste wordt bespaard. De administratie, welke aan het tot stand brengen van een verbinding is verbonden, wordt slechts door één telefoniste uitgevoerd.

4.2. De toegepaste signalering en overdracht van kiesinformatie op het radiocircuit

4.2.1. De signaleringen

Aangezien Curaçao (nog) niet de beschikking heeft over een telefooncentrale waarop C4- of C5-signalering kan worden toegepast, wordt gebruik gemaakt van het systeem van directe impulsoverdracht dat in Nederland op de lijnen van de abonnees naar de telefooncentrale wordt toegepast. De verschillende fasen, die zich tijdens en na het kiezen van een abonnee kunnen voordoen, zijn (zie fig. 19):

- *oproepen:* het sluiten van het haakcontact, waardoor een gelijkstroomcircuit wordt gesloten;
- *kiezen:* het ritmisch onderbreken van het gelijkstroomcircuit d.m.v. de kiesschijf;
- *kiestoon:* de centrale is bereid om de kiesimpulsen in ontvangst te nemen;
- *wektoon:* de verbinding is reeds gemaakt, doch de opgeroepene heeft nog niet opgenomen;
- *bezettoon:* de opgeroepene is in gesprek of de centrale is overbelast.

De laatste drie signaleringen (kiestoon, wektoon en bezettoon) worden door de centrale verzorgd en kunnen op het radiocircuit gehandhaafd blijven. Het oproepen en kiezen echter geschiedt op de abonneelijnen op gelijkstroombasis en dit zal voor het radiocircuit moeten worden geschikt gemaakt. Hiervoor is de volgende werkwijze gekozen (zie fig. 20):

– *Geen verkeer:* (haakcontact geopend en dus geen gelijkstroomlus) deze toestand wordt overgebracht door het zenden van een FSK-signaal, gesleuteld met 100 Hz; de beide frequenties waartussen wordt gesleuteld zijn 2400 en 2600 Hz.

– *Oproepen:* (haakcontact sluiten en gelijkstroomlus aanbrengen) wordt gesignaleerd door het wegvallen van het FSK-signaal.

– *Kiezen:* het stroomloos zijn van het circuit (60 ms) wordt weer vertaald in het aanwezig zijn van het FSK-signaal, en het stroomvoerend zijn van het circuit (40 ms) in het wegvallen van het FSK-signaal.

– *Spreken:* zelfde toestand als bij *oproepen*.

Het radiocircuit is tussen de aanvrager (in dit geval de telefoniste) en de centrale in het land van de aanvrager geplaatst, waardoor het 'gelijkstroomcircuit' met de lengte van het radiocircuit is verlengd. Verder is als bewaking op de radioweg nog een 'bewakingscircuit' (zie onder *4.2.4.*) toegevoegd. Hierdoor wordt voor het semi-automatische kiessysteem voor een HF-radiocircuit fig. 19 gewijzigd in fig. 21.

4.2.2. De frequentiekeuze van 2400 en 2600 Hz

Binnen de spraakband van 300 ... 2750 Hz zijn de frequenties 2400 en 2600 Hz om een aantal redenen gekozen.

Ten eerste is gekozen voor een signalering binnen de band van 300 ... 2750 Hz, omdat op een radiocircuit per telefoonkanaal 3000 Hz beschikbaar is. Zoals bekend kunnen in een HF-enkelzijbandzender een viertal telefoonkanalen met een

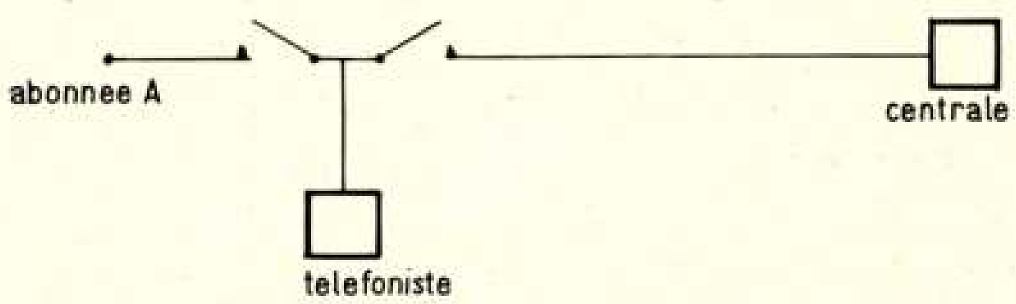


Fig. 18. Schematische opbouw van een circuit van een semi-automatische verbinding.

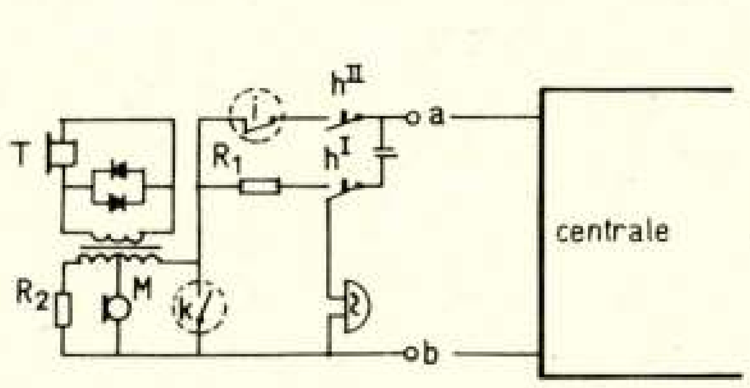


Fig. 19. Blokschema van een telefonieverbinding; h^{I} en h^{II} vormen het haakcontact.
k = kortsluitcontact;
i = kiesschijfcontact;
T = telefoon;
M = microfoon;
a-b = stroomlus.

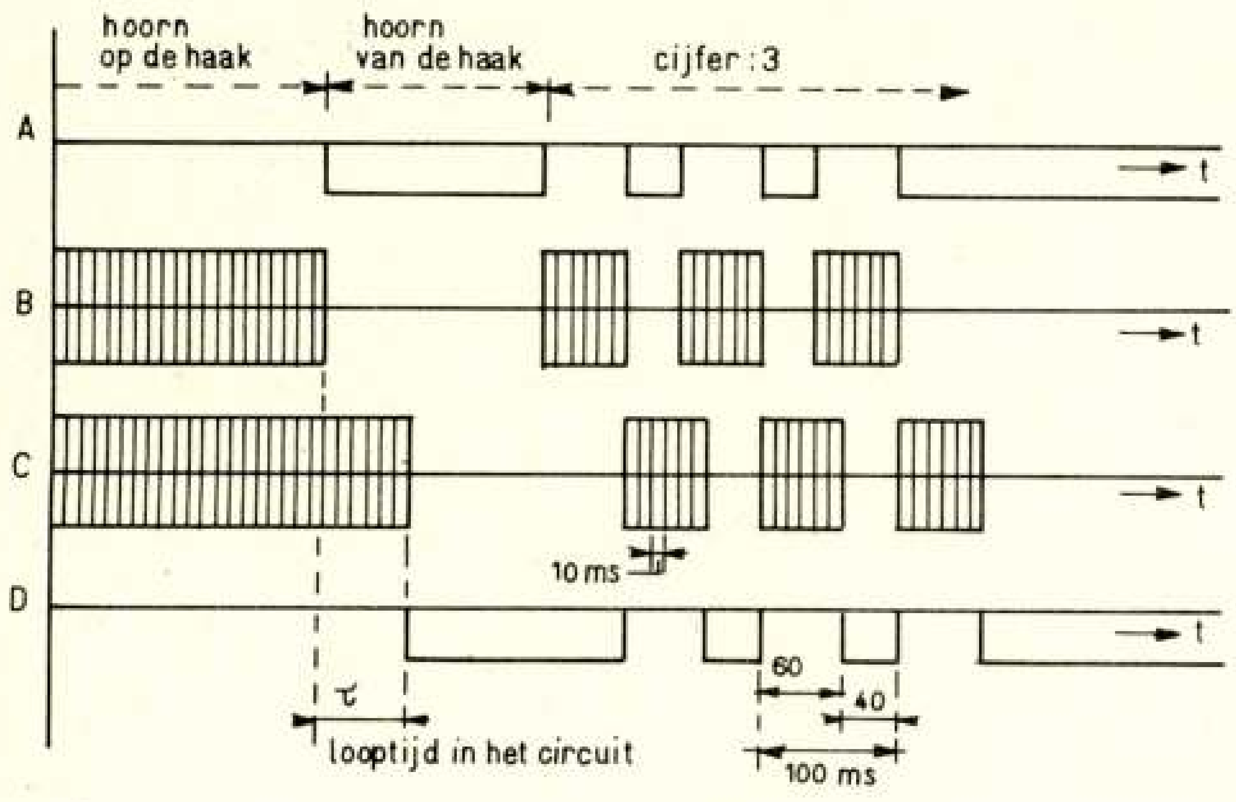


Fig. 20. De overdracht van het haakcontact en van de kiesimpulsen.
A = Gelijkstroomimpulsen in het kiesschijfcircuit;
B = Wisselstroomimpulsen van de kiesimpulsoverdrager;
C = Wisselstroomimpulsen vóor de kiesimpulsdetector;
D = Gelijkstroomimpulsen in het circuit van de centrale.

bandbreedte van 3 kHz worden gevormd. Zou men een buitenbandsignalering gebruiken, dan zou dit gaan ten koste van een of meer kanalen, waardoor de capaciteit zou worden verkleind.

Ten tweede is het ten gevolge van de selectieve fading, welke op een radiocircuit kan optreden, noodzakelijk de beide frequenties niet te dicht bij elkaar te kiezen. Om de waarschijnlijkheid van een goede kiesimpulsoverdracht zo groot mogelijk te maken, mogen immers nooit beide frequenties tegelijk door selectieve fading worden aangetast. Een frequentie-shift van 200 Hz is juist voldoende gebleken om aan deze eis te voldoen; in fig. 22 is een voorbeeld van selectieve fading gegeven. In het cijfer 8 wordt eerst de 2600 Hz door fading aangetast en daarna de 2400 Hz. Het detectiesysteem is zo ingericht, dat één frequentie reeds in staat is om een goede overdracht van de kiesimpulsen te waarborgen.

Tenslotte wordt de keuze ook nog bepaald door de bescherming tegen spraak. Daar de kiesimpulsen binnen de spraakband zijn ondergebracht, moeten ze worden beschermd tegen dezelfde frequenties in de spraak. Zou dit niet gebeuren dan kan het impulsrelais door de spraak worden bekrachtigd, hetgeen 'gaten' in de spraak veroorzaakt en eventueel zelfs tot vrijgeven van de verbinding kan leiden.

In fig. 23 is de gemiddelde amplitude van de frequenties in de spraak aangegeven. Uit deze figuur blijkt, dat het niveauverschil tussen de frequenties in de spraak en de kiesimpulsen zo groot mogelijk is indien de frequenties van de kiesimpulsen bovenin de band worden gekozen. Aan de bovenzijde van het spectrum ligt de begrenzing van de frequenties van de regeltoon van het Lincompex-systeem welke bij 2800 Hz beginnen.

Uit experimenten is gebleken, dat met de frequenties 2400 en 2600 Hz zeer goede resultaten zijn te bereiken.

4.2.3. Het FSK-signaal met een seinsnelheid van 100 Hz
Uit fig. 20 blijkt, dat het stroomloos zijn van de A-B-lus is vertaald in een FSK-signaal met een seinsnelheid van 100 Hz; deze keuze is als volgt tot stand gekomen:

In *4.2.2.* hebben wij gezien dat – met het oog op de spraakbeveiliging – de frequenties van de FSK hoog in de spraakband zijn gekozen. Om echter een nog grotere bescherming te verkrijgen wordt deze FSK bovendien gesleuteld en wel met een seinsnelheid, die *niet* in de spraak voorkomt. In de spraak is een lettergreepritme van 5 tot 15 Hz aanwezig, zodat de seinsnelheid liefst hoger dan deze 15 Hz moet worden gekozen.

In de telefoontechniek wordt de eis gesteld, dat de lengtevariatie van de kiesimpulsen niet meer dan 10 ms mag bedragen. In het voorgaande hebben wij reeds gezien, dat ieder van de frequenties 2400 en 2600 Hz de kiesimpulsen kan regenereren. Vervalt echter door selectieve fading één van de frequenties, dan wordt de kiesimpulslengte met één eenheid van de FSK verkort. Kiezen wij nu voor deze eenheid 10 ms, dan ligt ook bij selectieve fading de lengte van de kiesimpulsen binnen de toleranties. Dit houdt een seinsnelheid van 100 Hz in.

Als bijkomend voordeel komt hierbij een 'schoonhouden' van de frequentiebanden op de HF-radioweg. Zoals bekend is de kortegolfband druk bezet; het gevaar bestaat, dat iemand zal trachten een vrij-lijkend plaatsje in te nemen. Gedurende de tijd dat er geen gesprek wordt gevoerd is alleen de regeltoon van het Lincompex-systeem aanwezig; daardoor bestaat de kans, dat een stoorder in het kanaal komt. Door het FSK-signaal gedurende de tijd dat er geen gesprek wordt gevoerd in de lucht te brengen, wordt de frequentieband beter schoongehouden. In fig. 24 is het frequentiespectrum van het FSK-signaal met harmonische van het kiessysteem weergegeven.

4.2.4. Het bewakingscircuit
In fig. 25 is het blokschema van het bewakingscircuit weergegeven. De bewaking van het kies- en Lincompex-systeem is gebaseerd op de bewaking van de regeltoon van het Lincompexsysteem, daar de frequentie van deze regeltoon de dynamiek van de spraak bepaalt.

Belangrijk voor de regeltoon zijn het niveau en de eventuele aanwezigheid van een stoorder in het regelkanaal; het bewakingscircuit voert dan ook een controle op deze beide facetten uit.

4.2.4.1. Het niveau. In het circuit van de regeltoon in de ontvang-Lincompex is een discriminator opgenomen (zie onder *3.2.2.*). Een discriminator heeft voor een goede werking een ingangssignaal met constante amplitude nodig. Is hieraan niet voldaan, dan is de discriminator niet alleen gevoelig voor de frequentieafwijkingen, maar ook voor amplitudevariaties. De versterker vóór de discriminator kan niveauvariaties tot −50 dBm opvangen; beneden dit niveau werkt de discriminator dus niet betrouwbaar meer. Om nu een grote mate van zekerheid te verkrijgen dat de kiesimpulsen goed overkomen, is gedurende de kiesprocedure een niveaudaling van 30 dB toegestaan. Zakt het niveau beneden −30 dBm, dan wordt de kiesprocedure verbroken. De centrale wordt afgeschakeld en de telefoniste krijgt als signalering een snelle bezettoon. Omdat dit ingrijpen van de bewaking mogelijk een gevolg is van selectieve fading, kan de telefoniste direct daarna weer opnieuw kiezen. In *5.1.3.* is o.a. weergegeven hoe groot de kans is, dat de bewaking ingrijpt.

4.2.4.2. Stoorders in het regelkanaal. Zoals wij onder *3.4.4.* hebben gezien, maakt een stoorder in het regelkanaal het circuit onbruikbaar. Om dit te constateren is in het bewakingscircuit een bandfilter opgenomen, dat als grensfrequenties 15 Hz en 200 Hz heeft. Varieert nu de amplitude van het signaal achter de discriminator sneller dan het lettergreepritme, dan wordt aangenomen dat er zich in het regelkanaal een stoorder bevindt. Immers, een stoorder zal vaak bestaan uit een Tor-systeem, een onbeschermde printer, e.d., waarvan de seinsnelheid hoger is dan het lettergreepritme in de spraak. In dat geval is het Lincompex-systeem niet meer bruikbaar voor abonneeverkeer en wordt een begonnen kiesprocedure verbroken.

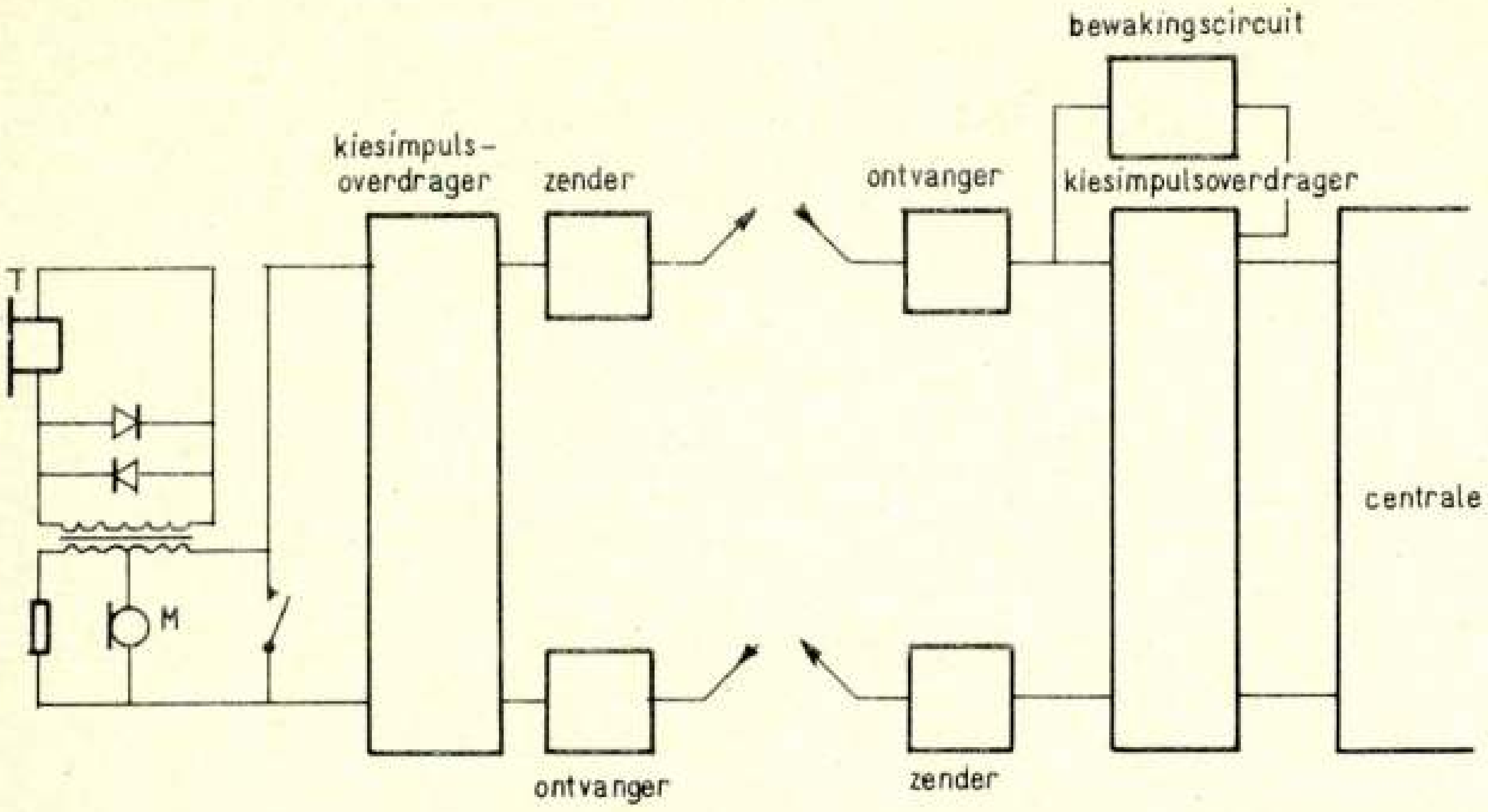


Fig. 21. Het blokschema van een telefonieverbinding met een radiocircuit.

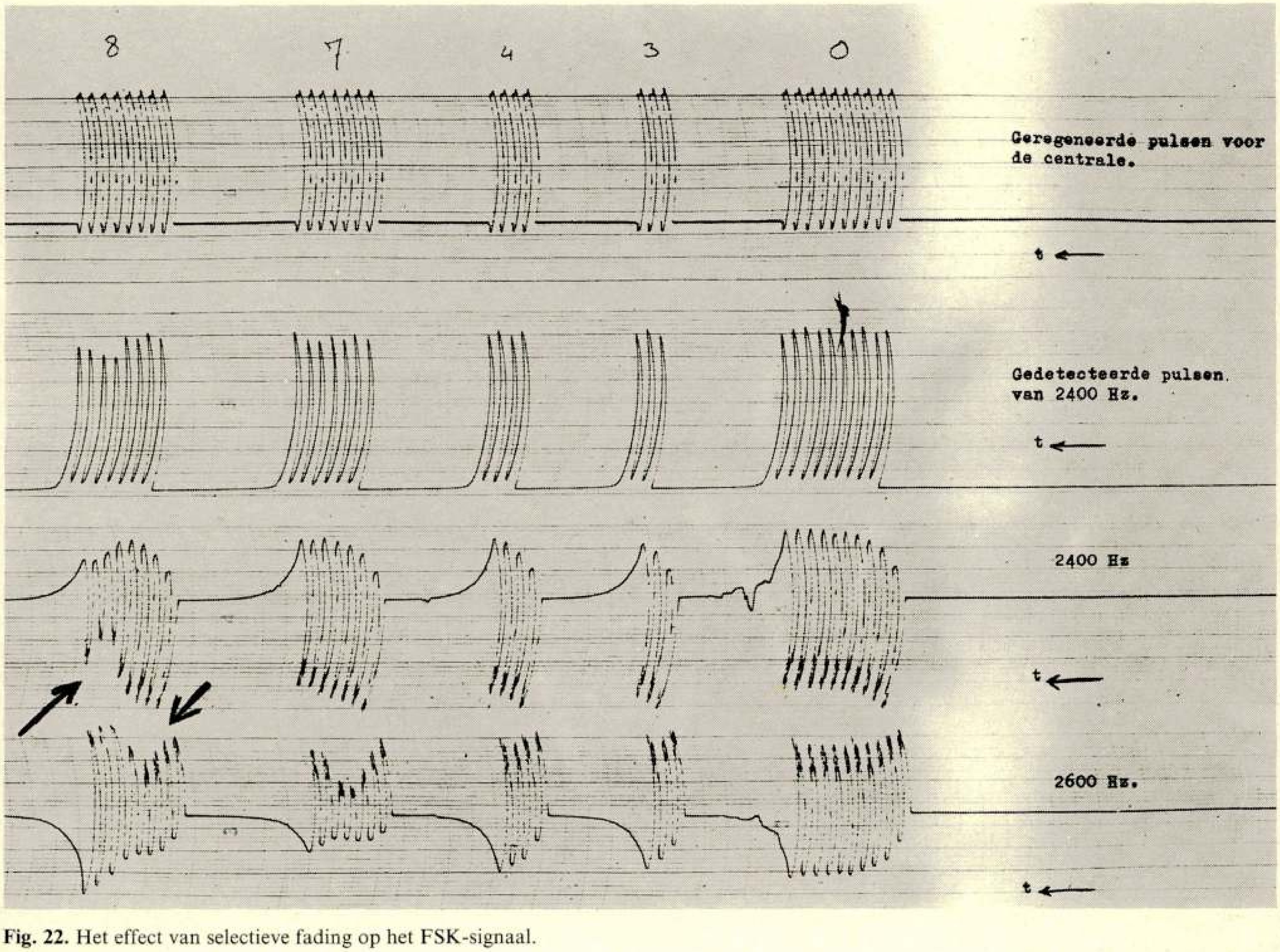


Fig. 22. Het effect van selectieve fading op het FSK-signaal.

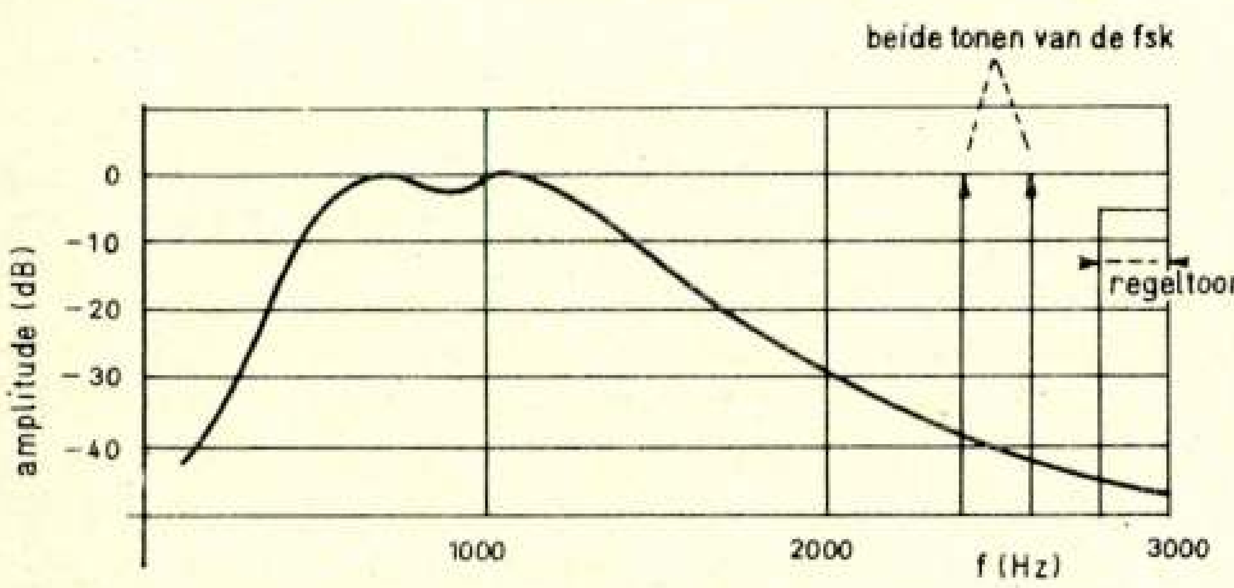


Fig. 23. Het frequentiespectrum van spraak.

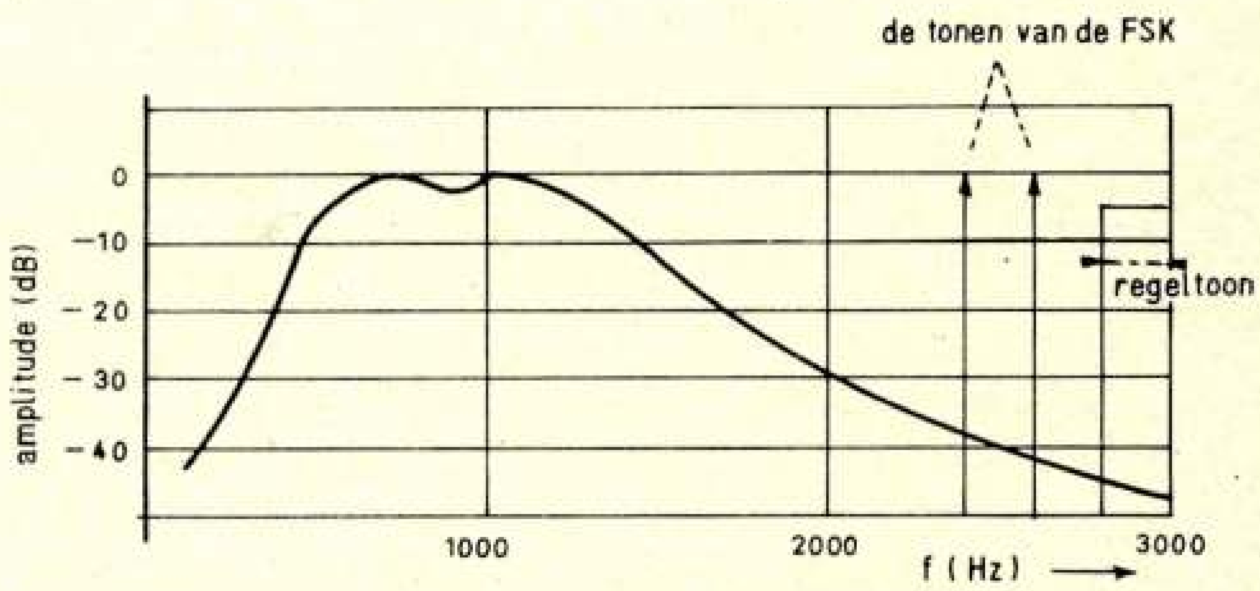


Fig. 24. Het frequentiespectrum van de regeltoon van het Lincompex-systeem, het FSK-signaal en de harmonische van het kiessysteem.

4.3. *Het blokschema van het nieuwe radiocircuit*

In fig. 26 is het complete blokschema van een Lincompex-circuit met de mogelijkheid tot semi-automatisch kiezen weergegeven.

5. Resultaten van het verbeterde circuit

5.1. *Verschillende aspecten van de verbetering*

De verbetering van een telefonieverbinding is voor de meeste aspecten moeilijk in getallen vast te leggen. De kwaliteit als zodanig is niet meetbaar, doch uit een beschouwing van een aantal aspecten van de verbinding is hierover wel een conclusie te trekken.

Voor enige van deze aspecten is een meetprogramma opgezet waarvan de resultaten zijn vergeleken met die van de conventionele radiocircuits. De meetperiode is weliswaar nog te kort om definitieve conclusies te trekken, maar alle meetresultaten samen geven toch reeds een voorlopige indruk.

In de eerste plaats is de *gespreksduur per opgebouwde verbinding* gemeten. Deze is een maat voor de kwaliteit van het circuit, omdat bij een goede kwaliteit steeds de tendens bestaat de gespreksduur te verlengen. Bovendien wordt er bij een goede kwaliteit door de telefoniste geen reductie op de gespreksduur toegepast.

Ten tweede is het *aantal gesprekken* geteld. Uit de praktijk is gebleken, dat bij een goede kwaliteit van een verbinding ook het aantal gesprekken toeneemt. Dit heeft zich bijv. voorgedaan bij het verkeer met Amerika bij de overgang van conventioneel radioverkeer naar kabelverkeer.

Ten derde is de *efficiëntie van de verbinding* gemeten. Het effect van het Lincompex-systeem (goede kwaliteit) en het semi-automatische kiessysteem (snelheid van de verkeersafwikkeling) kan worden gemeten met behulp van de efficiëntie van de verbinding. De waarde hiervan is ook van belang in verband met de toekomstige verkeersbehoefte.

Tenslotte is ook het *verloop van de kiesprocedures* nagegaan. Op het circuit zijn gedurende een aantal dagen alle kiesprocedures gemeten; hierdoor kon een goed overzicht worden verkregen over het al dan niet slagen van een kiesprocedure. Bij het mislukken hiervan kon de oorzaak ook worden opgespoord.

5.2. *De gespreksduur en het aantal gespreksminuten*

Op de conventionele radiotelefoniecircuits met de Nederlandse Antillen was de gemiddelde gespreksduur over de laatste 5 jaren 3,6 min (zie fig. 27). Na de invoering van het Lincompex-systeem en het semi-automatische kiessysteem is de gemiddelde gespreksduur gestegen met 55% tot 5,6 min.

Uiteraard heeft ook dit consequenties voor de verkeersgroei op deze verbinding; in fig. 28 is het aantal gespreksminuten uitgezet van 1947 ... 1969. Hieruit blijkt, dat de marginale groei over de laatste 5 jaren gemiddeld 14% bedroeg; de extra stijging in 1969 moet grotendeels op rekening van het semi-automatische kiezen worden gezet. De stijging over 1969 bedroeg 22,4% zodat door het semi-automatische kiezen een groei van 8,4% bereikt is.

Tevens blijkt dit uit de helling van de krommen in fig. 29 vóór en nà de invoering van het semi-automatische kiessysteem:
vóór de invoering: $\tan \beta = 7{,}0 \cdot 10^3$ gespreksmin/maand;
nà de invoering: $\tan \alpha = 8{,}7 \cdot 10^3$ gespreksmin/maand.
De toeneming van de helling bedraagt: $1{,}7 \cdot 10^3$ gespreksmin/maand.

5.3. *De efficiëntie*

Een tweede graadmeter voor de verbetering van het circuit is de efficiëntie van de verbinding; hieronder wordt verstaan:

$$\text{efficiëntie} = \frac{\text{het aantal betaalde gespreksminuten}}{\text{de totaal beschikbare tijd in minuten}} \cdot 100\%$$

Zoals reeds in het voorgaande is aangegeven zal deze efficiëntie niet alleen stijgen door het overgaan van handverkeer naar semi-automatisch verkeer, maar ook door de met behulp van

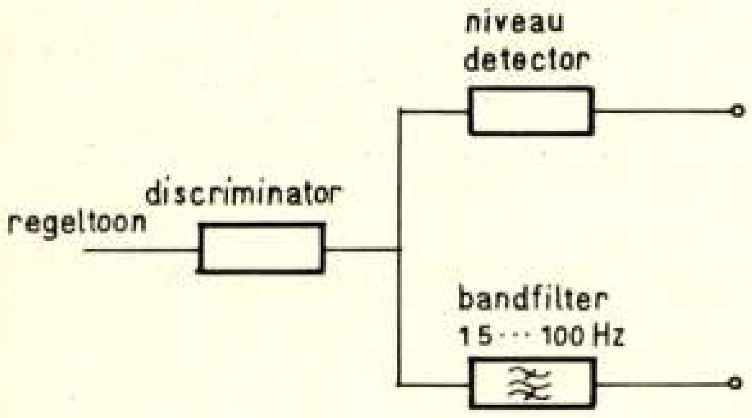


Fig. 25. Het blokschema van het bewakingscircuit.

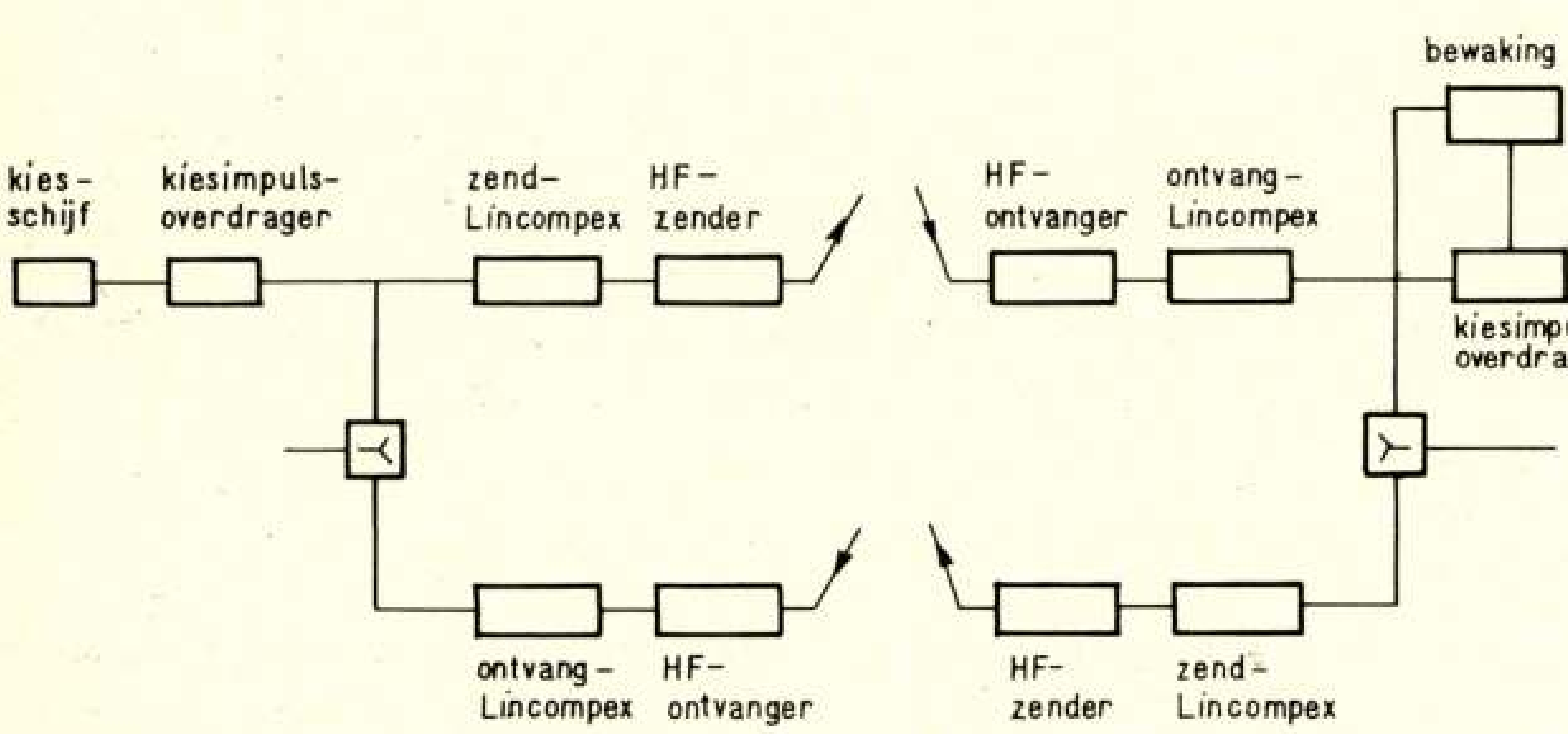


Fig. 26. Het blokschema van een Lincompex-radiotelefonieverbinding met semi-automatisch kiessysteem.

het Lincompex-systeem verbeterde kwaliteit; immers, het verschil tussen de werkelijke gespreksduur en de betaalde gespreksduur zal bij een goede kwaliteit nul zijn, omdat er geen reductie in de tijd behoeft te worden gegeven.

Op de conventionele radiocircuits was de efficiëntie gemiddeld 16%. Na de invoering van de Lincompex en het semi-automatische kiessysteem is de efficiëntie toegenomen tot gemiddeld 33% (zie fig. 30), zoals bepaald uit het aantal betaalde gespreksminuten.

Een nauwkeuriger inzicht in de efficiëntie wordt verkregen door metingen met een centralograaf (fig. 31); in fig. 32 zijn vier centralograaf-stroken weergegeven. Een dergelijke strook

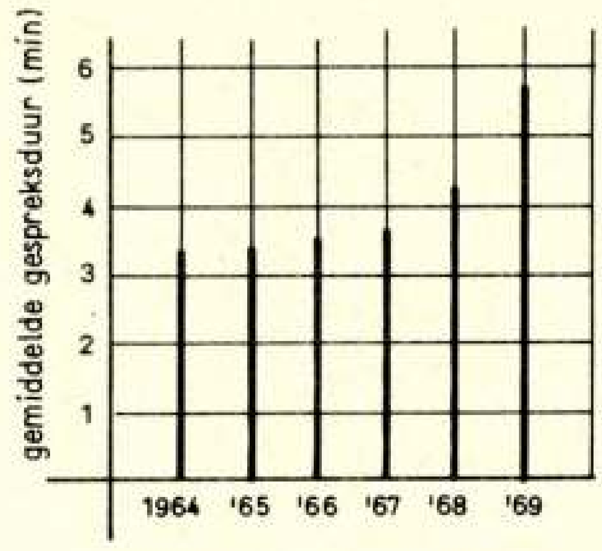


Fig. 27. De gemiddelde gespreksduur op de radiotelefonieverbinding tussen Nederland en de Nederlandse Antillen in de periode 1964 ... 1969.

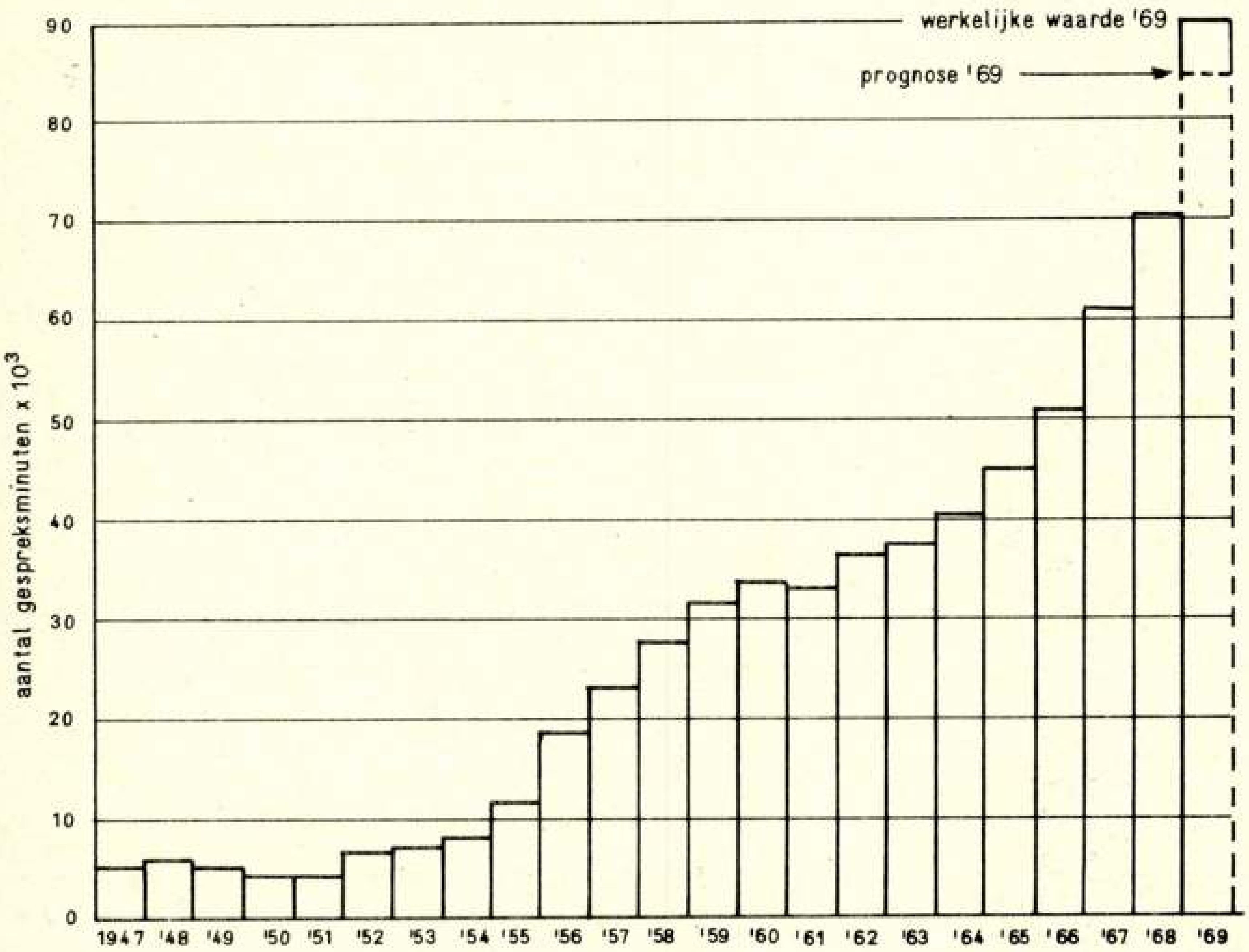


Fig. 28. Het totale aantal gespreksminuten op de radiotelefonieverbinding tussen Nederland en Curaçao in de periode 1947 ... 1969.

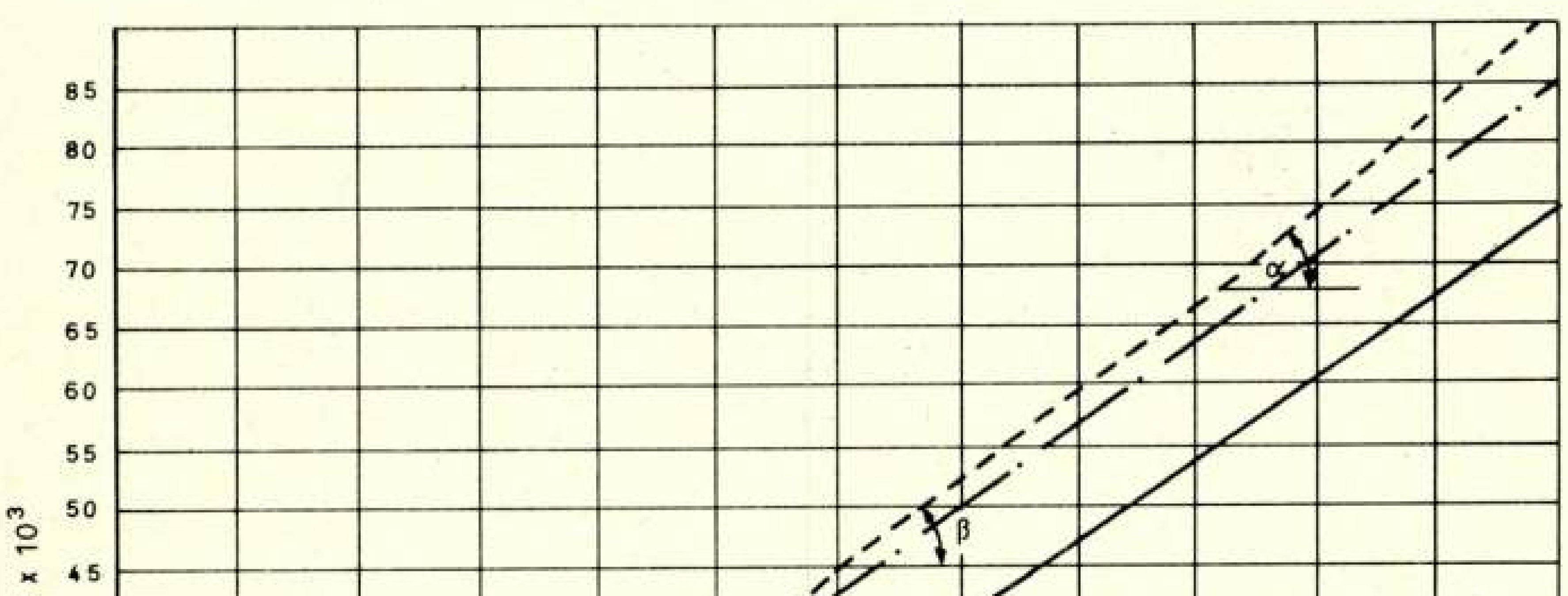


Fig. 29. Het totale aantal gespreksmin/maand in 1968 en 1969 op de verbinding Nederland-Curaçao.

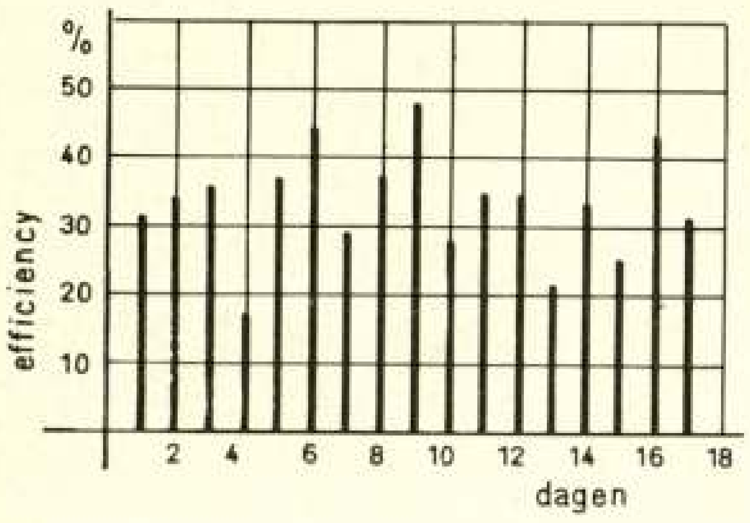


Fig. 30. Bezettingsgraad over een periode van 17 dagen.

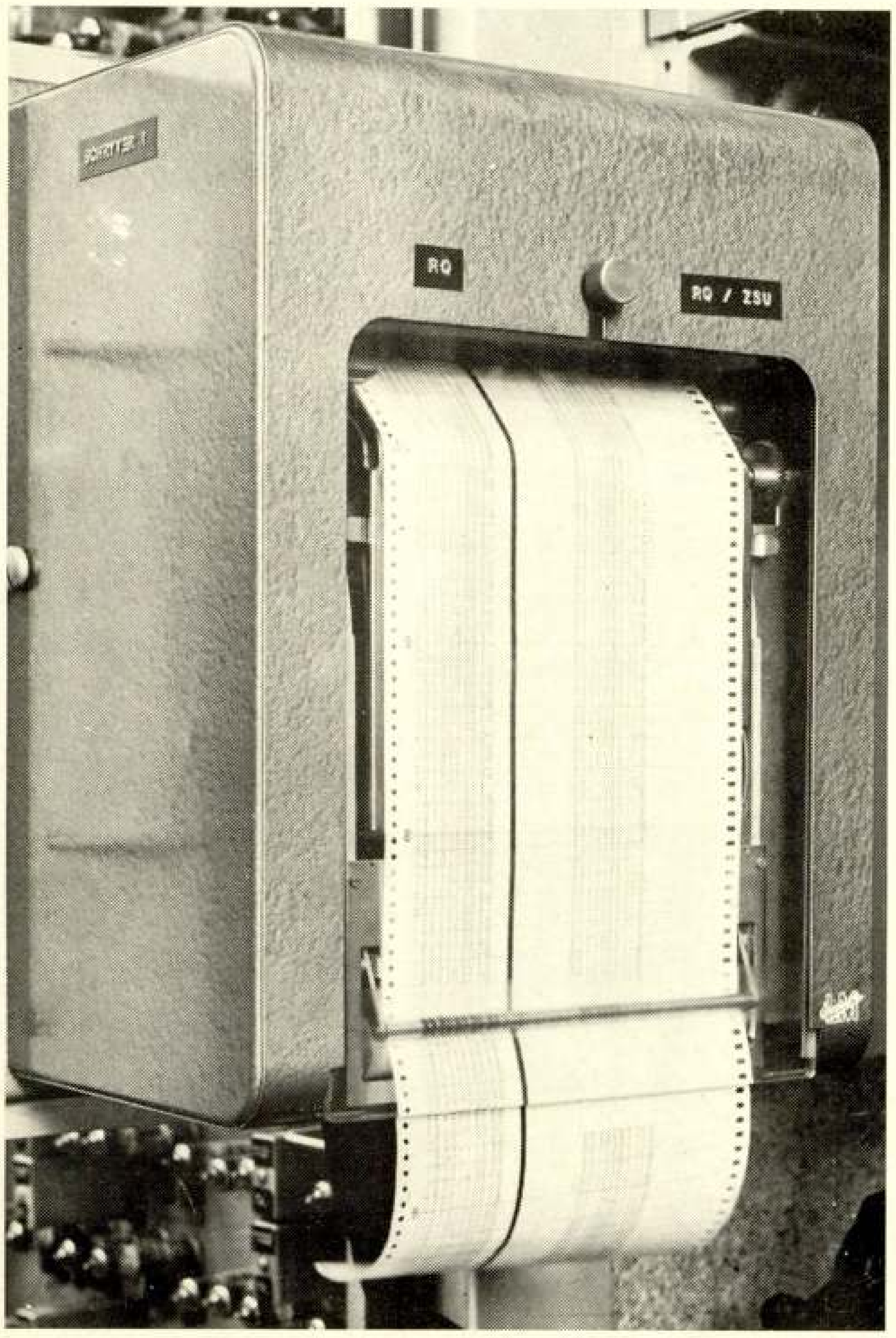


Fig. 31. Centralograaf.

wordt in stappen van 1 min onder een schrijfstift doorgetrokken; hierdoor ontstaat horizontaal een tijdverdeling per minuut als functie van de tijd van de dag. Iedere min is verticaal weer onderverdeeld in tijdsperioden van 6 s, zodat per min maximaal 10 streepjes verticaal aanwezig kunnen zijn. De strook is onderverdeeld in twee kanalen; in kanaal A wordt de gespreksduur gemeten en in kanaal B de duur van de storingen.

Uiteraard is de efficiëntie ook afhankelijk van het verkeersaanbod. De maximaal gemeten efficiëntie (d.w.z. bij een volbezet kanaal) is ongeveer 80% geweest, zodat mag worden verwacht dat de efficiëntie zal stijgen tot ongeveer 75 à 80%. Dit houdt in, dat *per radiokanaal* per jaar ruim 200000 gespreksminuten kunnen worden gevoerd. *Per HF-zender* geeft dit een totaal van 800000 gespreksminuten, zodat voor de nabije toekomst de verkeerscapaciteit nog ruim voldoende is.

5.4. Het verloop van de kiesprocedure

In tabel 2 is een overzicht gegeven van het al dan niet slagen van een kiesprocedure op het circuit van Curaçao naar Nederland.

Tabel 2. Het verloop van de kiesprocedure op het radiotelefoniecircuit van Curaçao naar Nederland.

A = verbinding is direct tot stand gekomen;
B = abonnee of centrale bezet;
C = goed gekozen doch met verkeerde abonnee verbonden;
D = bewaking op het radiocircuit heeft ingegrepen.

Dag	A in %	B in %	A+B in %	C in %	D in %	Totaal aantal keren gekozen
1	72	16	88	5	7	68
2	80	12	92	4	4	53
3	68	17	85	2	13	66
4	58	31	89	—	11	55
5	70	11	81	3	16	64
6	74	20	94	—	6	62
7	79	10	89	2	9	66
8	85	10	95	5	—	68
9	82	14	96	4	—	28
10	86	7	93	4	3	43
11	84	11	95	—	5	56
12	77	18	95	—	5	61
13	43	7	50	2	48	81 a)
14	83	13	96	4	—	53
15	44	28	72	—	28	70 b)
16	83	12	95	5	—	55
17	72	18	90	5	5	65

a) Op deze dag trad een magnetische storing van ongeveer 3h duur op.
b) Op deze dag was de centrale in Amsterdam gestoord.

Gedurende de meetperiode is 1014 keer gekozen. Het resultaat was:

A + B: *880 keer (87%)* ineens een geslaagde verbinding of de abonnee of de centrale bezet.

C: *25 keer (2,5%)* verkeerd doorverbonden. De oorzaken hiervan zijn:
- de centrale verbindt verkeerd door (ongeveer 1,7%);
- op het radiocircuit is de kiesprocedure verkeerd ontvangen (ongeveer 0,8% van het totale aantal).

D: *109 keer (14,5%)* is op het radiocircuit een fout ontstaan, doch deze is door het bewakingscircuit onderkend.

6. Conclusie

Door de Lincompex-systeem is de *kwaliteit* van een radiotelefonieverbinding equivalent geworden aan die van een lijnverbinding.

Het semi-automatische kiessysteem heeft de *efficiëntie* aanzienlijk verbeterd, waardoor ook de bezettingsgraad is verhoogd.

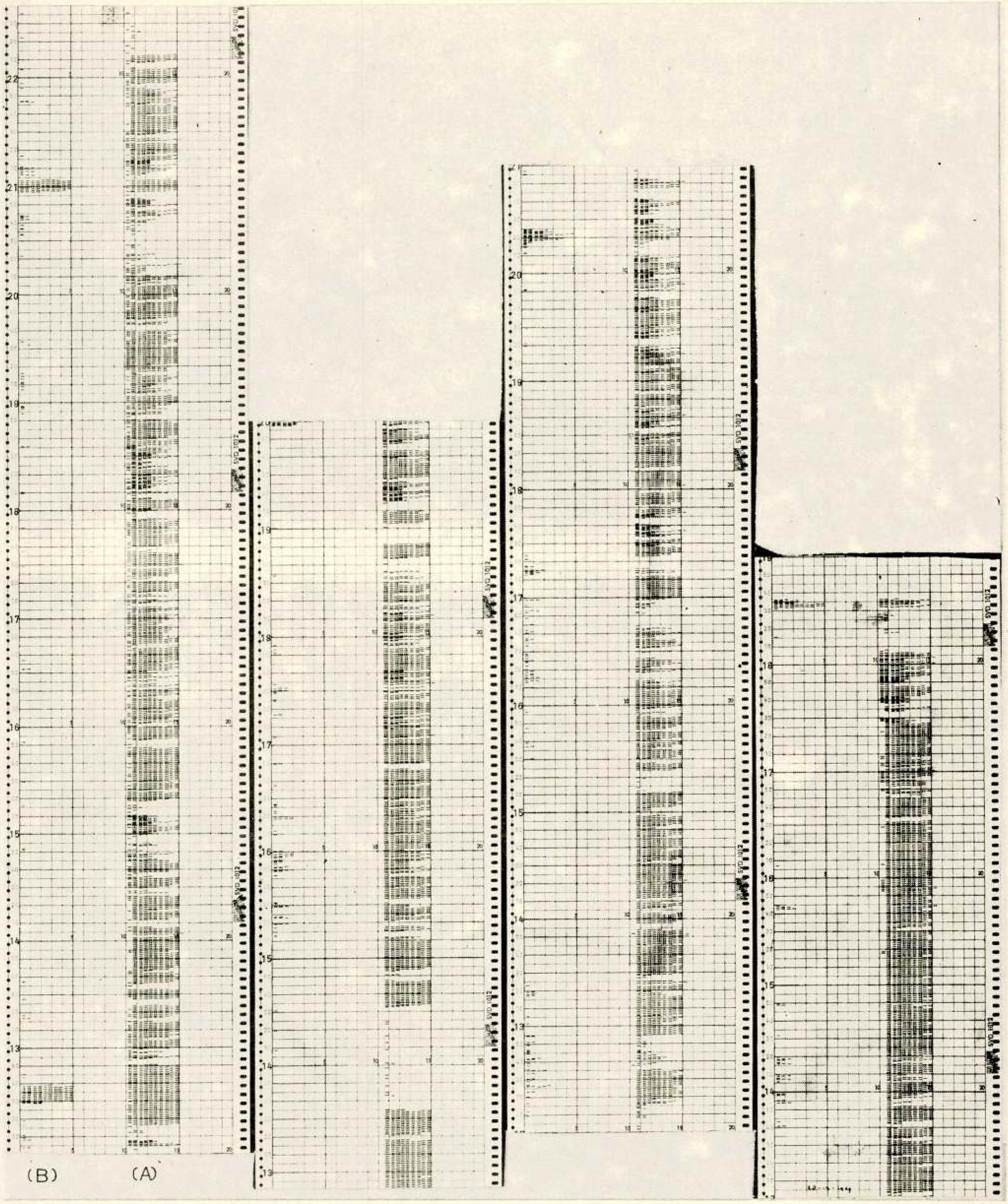


Fig. 32. Centralograafstroken voor de meting van de bezettingsgraad (A) en de storingen (B).

Automatisch kiezen biedt ook de mogelijkheid om bijv. in Engeland, de Duitse Bondsrepubliek en een aantal andere Europese landen direct in te kiezen, waardoor op deze verbindingen ook transietverkeer wordt aangetrokken.

Het ligt dan ook in de bedoeling om de radiotelefonieverbindingen met Suriname en Indonesië eveneens uit te rusten met een systeem, waarover semi-automatisch kiezen mogelijk is.

Literatuur

[1] D. VAN DEN BERG: 'Eindapparatuur voor radiotelefoonverkeer op lange afstand'. I. Algemeen overzicht. 'Het PTT-Bedrijf', **5** (1952/53), nr. 1, blz. 40 ... 45.

[2] C. BEVOORT: 'Eindapparatuur voor radiotelefoonverkeer op lange afstand'. II. Sluiterinrichtingen voor vorkinstallaties. 'Het PTT-Bedrijf', **5** (1952/53), nr. 2, blz. 76 ... 83.

[3] C. BEVOORT: 'Eindapparatuur voor radiotelefoonverkeer op lange afstand'. III. Automatische sterkteregeling. 'Het PTT-Bedrijf', **5** (1952/53), nr. 3, blz. 106 ... 111.

[4] J. A. GREEFKES, P. F. VAN GERWEN en F. DE JAGER: 'Compounders met hoge graad van compressie der niveauvariaties op telefonieverbindingen'. 'Philips' Techn. Tijdschr.', **26** (1964/65), nr. 4/5, blz. 116 ... 127.

[5] F. DE JAGER en J. A. GREEFKES: 'FRENA, een systeem voor overbrenging van spraak bij hoge ruisniveaus'. 'Philips' Techn. Tijdschr.', **19** (1957), nr. 3, blz. 65 ... 76.

[6] A. DA SILVA CURIEL: 'Compounder-technieken voor HF-radiotelefonie'. 'De Ingenieur', **82** (1970), nr. **9**, blz. ET 37 ... 43.

Korte technische berichten

Experimenteel communicatiesysteem over optische glasgeleiders

Op de in maart jl. gehouden 'Physics Exhibition' in Londen werd door de 'Standard Telecommunication Laboratories' – behorend tot de Britse ITT – een demonstratie gegeven met een experimenteel communicatiesysteem met lijnversterkers, waarbij een injectielaser als lichtbron dienst deed en glasvezels als transmissiemedium werden gebruikt.

In het demonstratiemodel werd gebruik gemaakt van een kunstmatig gekoelde laser van het galliumarsenide-type. Door de laser in te schakelen werd een PCM-signaal (Pulse Code Modulation) van ongeveer 100 megabits/s in de glasgeleider gestuurd. In de eerste trap van de ontvanger werd het uit de glasgeleider komende signaal toegevoerd aan een silicium 'avalanche'-diode.

De realisatie van een commercieel levensvatbaar transmissiesysteem over lichtgeleiders zou een ommekeer kunnen teweegbrengen in de telecommunicatietechniek, daar theoretisch de transmissiecapaciteit van een dergelijk systeem enige honderden malen groter kan zijn dan die van de nu in gebruik zijnde coaxiaalkabelsystemen. Met behulp van lichtgeleiders kan een transmissiebandbreedte worden gerealiseerd van meer dan 1 GHz.

Een kritische factor die de commerciële levensvatbaarheid van een lijntransmissiesysteem bepaalt is de onderlinge afstand tussen de versterkerstations. Het toelaatbare verlies tussen twee laserversterkerstations bedraagt nu ongeveer 40 dB; een waarde van 60 dB zal naar verwachting in de nabije toekomst kunnen worden gerealiseerd. Getracht wordt glasgeleiders te produceren met een verliesfactor die onder de 40 dB/km ligt.

De vereiste kunstmatige koeling van de op dit ogenblik in de handel zijnde lasers met hoog rendement maakt het toepassen van deze lasers in de lijnversterkers om praktische redenen onuitvoerbaar. Het hiervóór genoemde laboratorium verwacht echter, dat een nieuw, aldaar ontwikkeld, type laser (zgn. 'heterostructure injection laser': impulsenergie 8W bij 30A, werkcyclus 0,1 ... 0,2% zonder kunstmatige koeling), de weg zal openen voor toepassing in bij kamertemperatuur werkende versterkers.

ITT-Persbericht, nr. 430, 2 maart 1970.

Snelle geheugens met behulp van lasers

Het 'Wolfson Research Centre' in Cardiff, Engeland, is begonnen met een vijfjaren-researchprogramma met het doel snelle geheugens voor computers met behulp van laserstralen te ontwikkelen. Men denkt hierbij gebruik te zullen maken van zeer dun dragermateriaal (kwarts, mica) waarop n-type-ferriet wordt aangebracht. De magneto-optische eigenschappen van het ferriet maken het mogelijk, met behulp van een laserstraal digitale informatie in het ferriet vast te leggen. Door middel van elektronische afbuiging wordt de straal naar de gewenste plaats in het geheugen gestuurd.

Men hoopt met een dergelijk geheugen een 'access time' te realiseren die een factor 10 beter is dan die van een schijvengeheugen.

London Press Service, 6 april 1970, Science.

Radiosysteem voor toepassing in mijnen

Op het Westinghouse Georesearch Laboratory (Colorado, USA) wordt op dit ogenblik gewerkt aan de ontwikkeling van een radiosysteem dat kan worden gebruikt voor het lokaliseren van en het contact houden met mijnwerkers, die ten gevolge van een mijnramp ondergronds zijn ingesloten.

De normale via kabels lopende communicatiekanalen kunnen meestal ten gevolge van kabelbreuken na een mijnramp niet meer worden gebruikt. Tot nu toe heeft men nog weinig gebruik gemaakt van radioverbindingen in verband met de hoge graad van absorptie die golven in het radiofrequentiegebied in de aardbodem ondervinden.

Bij het in ontwikkeling zijnde systeem wordt gebruik gemaakt van frequenties die veel lager liggen dan het radiofrequentiegebied. De bij *deze* frequenties optredende verliezen – het betreffende persbericht geeft de grootte van de toegepaste frequenties niet aan – maakten het mogelijk een verbinding tot stand te brengen van het aardoppervlak af met een 150 m diep gelegen mijngang.

Speciale aandacht zal bij het onderzoek worden besteed aan het oplossen van problemen betreffende het antenne-ontwerp, vermogens- en frequentie-limieten, onderdrukking van storingen ten gevolge van mijnapparatuur en beantwoording aan de in mijnen geldende veiligheidsvoorschriften. Tevens zal een zowel praktisch als theoretisch algemeen onderzoek worden ingesteld naar de effecten van de bodemsamenstelling op de geleiding

van elektrische golven. Op deze wijze hoopt men een algemeen bruikbaar communicatiesysteem te ontwikkelen, dat ook voor het normale dagelijkse gebruik benut zal kunnen worden.

Westinghouse persbericht, nr. TP-120-282N.

Automatisering militaire luchtverkeersbeveiliging

De Koninklijke Luchtmacht heeft op 10 april 1970 bij de Nederlandsche Standard Electric ITT (International Telephone & Telegraph Corporation) een opdracht geplaatst voor de levering van een informatieverwerkend systeem t.b.v. de militaire luchtverkeersbeveiliging.

Dit project (PHAROS = Plan Handling and Radar Operating System) omvat een gedualiseerd computercomplex, een aantal digitale radarbeeldschermen en computer-randapparatuur. Het systeem ontvangt, bewerkt en presenteert de informatie welke de verkeersleider in staat stelt op efficiënte wijze zijn taak te vervullen; deze informatie bestaat uit radar- en meteorologische gegevens, vluchtplannen en radiopeilingen. PHAROS zal ook verbonden worden met andere verkeersleidingscentra. Behalve de hulp bij de normale afwikkeling van het militaire luchtverkeer geeft het systeem de verkeersleiders de middelen om botsingsgevaar te elimineren.

De apparatuur is ontwikkeld door Standard Radio and Telephone te Stockholm en zal in de loop van 1972 worden geïnstalleerd.

ITT Persbericht, nr. 439, 10 april 1970.

Spierstimulator voor sleepvoet-patiënten

Een groot aantal mensen lijdt aan loopstoornissen doordat de spieren die voor het optillen van de voet zorgen niet of onvoldoende langs de natuurlijke weg kunnen worden geactiveerd; dit heeft tot gevolg dat men een onstabiel en sterk afwijkend looppatroon krijgt. Dergelijke patiënten kunnen zich – zelfs met behulp van een stok – slechts langzaam en moeilijk voortbewegen. In principe is het in dit soort gevallen mogelijk de spieren te laten samentrekken door de erbij betrokken peroneuszenuw elektrisch te prikkelen. Een voorwaarde is echter dat de reflexboog nog intact is, hetgeen betekent dat de zenuwen en spieren geprikkeld kunnen worden.

Het Instituut voor Perceptie-onderzoek van Philips heeft een spierstimulator ontwikkeld waarmee het verschijnsel van de zogenaamde sleepvoet in vele gevallen kan worden verholpen. De spierstimulator bestaat uit een schakelaar met losse rubberinlegzool, een generator en een elektrode. Door de gezonde voet wordt het prikkelapparaat in- en uitgeschakeld; daartoe wordt in de schoen onder de bal van de gezonde voet een losse rubberinlegzool, voorzien van een luchtkamertje, geplaatst. Dit luchtkamertje is d.m.v. een dun rubberslangetje verbonden met een schakelaar, die de generator bedient.

Wanneer de gezonde voet op de grond wordt neergezet wordt de lucht in het luchtkamertje samengeperst. De schakelaar stelt dan de generator in werking, die op zijn beurt via de elektrode de zenuw elektrisch prikkelt. De prikkelelektrode bestaat uit een kleine roestvrij-stalen elektrode in de vorm van een cupje met daarin een stukje spons. Deze prikkelelektrode is op zijn beurt in het midden van een indifferente elektrode geplaatst, welke vervaardigd is van geleidend rubber. Het sponsje wordt vochtig gemaakt en de elektrode wordt m.b.v. een elastieken band ter plaatse van de peroneus-zenuw tegen het been aangedrukt.

Als de zenuw wordt geprikkeld kan de verlamde voet worden opgeheven en krijgt het been de gelegenheid naar voren te zwaaien. Op het moment dat tijdens het lopen de bal van de gezonde voet de grond gaat verlaten, wordt de generator door de vermindering van de luchtdruk door de schakelaar uitgeschakeld; de spieren van de verlamde voet zullen zich dus weer ontspannen. Men heeft op deze wijze het moment van samentrekking en ontspannen van de betreffende spieren van de loopbeweging uit kunnen synchroniseren.

De nieuwe loopgenerator is al geruime tijd op zijn bruikbaarheid beproefd; zo hebben reeds vele patiënten het apparaat gedurende langere of kortere periode gebruikt. Duidelijk bleek dat in een groot aantal gevallen – na een periode van oefening – een leereffect was te constateren, hetgeen tot uiting komt in een blijvende verbetering van het looppatroon, wanneer het apparaat niet meer wordt gebruikt. Bij een vijftigtal patiënten uit een groep van zestig werd een dergelijke blijvende verbetering geconstateerd; de resterende tien patiënten bleken goed op het apparaat te reageren, zolang zij de spierprikkelaar maar gebruikten.

Philips Persdienst, nr. 5231 N, april 1970.

Computer helpt automobilisten snel door het verkeer

De automobilist in het stadsverkeer zal het probleem hoe hij verkeersopstoppingen kan vermijden waarschijnlijk binnenkort aan een computer kunnen overdragen. Bij Plessey Ltd. in Engeland heeft men een programmeringstechniek ontworpen, die het een computer mogelijk maakt automatisch op elk gegeven tijdstip de snelste route voor Uw auto te kiezen. Door middel van een reeks gekoppelde verkeerstekens kan deze route aan de autobestuurder worden aangegeven. Het Road Research Laboratory in Engeland heeft het systeem, dat de naam TRANSYST (Traffic Network Study Tool) draagt beproefd in Glasgow. Hierbij werden de rijtijden met 16% bekort. Berekeningen toonden aan dat het systeem de effectieve capaciteit van het wegennet in Glasgow met 25% zou doen toenemen. In Engeland kosten verkeersopstoppingen het land jaarlijks ongeveer 100 miljoen pond sterling.

London Press Service, 13 mei 1970.

'Feasibility'-studie voor Aziatisch telecommunicatie-netwerk

Elf Aziatische landen hebben op 17 april jl. te Bangkok het operatie-plan voor de 'feasibility'-studie voor een Aziatisch telecommunicatie-netwerk ondertekend. De International Telecommunication Union (ITU) zal deze studie uitvoeren in het kader van het United Nations Development Programme (UNDP).

De bedoeling van dit project is de regeringen van de zogenaamde ECAFE-landen (Economic Commission for Asia and the Far East) te helpen bij het opzetten van nationale en internationale verbindingen, die samen het Aziatische internationale telecommunicatie-netwerk zullen vormen.

Vele Aziatische landen zullen binnenkort de beschikking krijgen over grondstations waarmee van satellietcommunicatiesystemen gebruik kan worden gemaakt. Voor het grondverkeer

van en naar deze stations zullen nog een groot aantal verbindingen moeten worden aangelegd. Ook zal de capaciteit van de reeds op korte en middelgrote afstanden bestaande verbindingen een belangrijke uitbreiding moeten ondergaan.

ITU Press Release 269, 20 april 1970.

Boekennieuws

Aankondiging

SZE-TSEN HU. **Mathematical Theory of Switching Circuits and Automata.** 261 blz., 16 bij 24 cm. Uitg.: IBEG Ltd., London. Prijs 86/–.

Sedert toepassing van de Booleaanse algebra door *C. E. Shannon* op het ontwerpen van circuits (waardoor de voor de ontwikkeling van elektronische rekentuigen noodzakelijke theorie ontstond) zijn 30 jaren ontwikkeling verlopen, waarin vele problemen – mede door research – werden opgelost, doch anderzijds het accent kwam te liggen op de zuiver theoretische aspecten van computernetwerken.

De auteur, *Professor of Mathematics at the University of California, Los Angeles*, tracht deze ontwikkeling samen te vatten door het scheppen van een nieuwe tak van zuivere mathematica, met eigen uniforme notaties en terminologie. Hij heeft daarbij gepoogd, de research-resultaten in een zowel voor ingenieurs als voor wiskundigen bruikbare vorm te presenteren; daarbij is er door hem naar gestreefd, de theorie van gecompliceerde 'hardware'-beschouwingen en van onnodige 'advance mathematics' te ontdoen.

Varia

Internationaal Symposium Informatietheorie, 14 ... 19 juni 1970, Hotel 'Huis ter Duin', Noordwijk

Ter aanvulling op een eerdere aankondiging van dit symposium (zie 'De Ingenieur' nr. 40, 3 oktober 1969, blz. ET 162) volgt hier een overzicht van het programma:

15 juni:

10.00-12.00 uur:	Opening Session.
14.00-17.00 uur:	Session 1-Coding I-Mathematical Theory. Session 2-Recognition I-Methodology. Session 3-Estimation I. Session 4-Quantum and Fluctuating Channels.

16 juni:

9.00-12.00 uur:	Special Session on invited papers.
14.00-17.00 uur:	Session 5-Coding II-Block Codes. Session 6-Recognition II-Image and Speech. Session 7-Communications I. Session 8-Random Processes I.

17 juni:

20.00-22.00 uur:	Special discussion session on very recent results.

17 juni:

9.00-12.00 uur:	Session 9-Coding III-Probabilisatic Decoding. Session 10-Language, Sense and Sound. Session 11-Communication II. Session 12-Random Processes II.
14.00-17.00 uur:	Session 13-Coding IV-Convolutional Codes. Session 14-Detection and Radar. Session 15-Communications III-Feedback Systems.

19 juni:

9.00-12.00 uur:	Session 16-Basic problems. Session 17-Source Coding, Signal Design. Session 18-Estimation II-Spatial Problems. Session 19-Filtering.
14.00-17.00 uur:	Tour of ESRO laboratories, Noordwijk.

Voor nadere inlichtingen wende men zich tot: Prof. dr. F. L. Stumpers, Natuurkundig Laboratorium, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Eighth International Conference on Microwave and Optical Generation and Application MOGA 70, 7 ... 11 september 1970, Amsterdam

Zoals reeds eerder werd aangekondigd (zie 'De Ingenieur' nr. 44, 31 oktober 1969, blz. ET 176) organiseert het NERG in samenwerking met het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de 'Benelux Section of IEEE' deze conferentie in het hotel Krasnapolsky te Amsterdam.

De volgende onderwerpen zullen worden behandeld:

- Physics, technology and circuitry of solid-state devices.
- Physics and technology of microwave tubes (including plasma interaction tubes).
- Physics and technology of quantum electronic devices and basic advances in their application.
- Recent developments having potential for advancing new methods of microwave and optical generation and amplification.

Voor nadere inlichtingen wende men zich tot: Conference Office MOGA 70, P.O.B. 341, Eindhoven.

Uit het NERG

Administratie van het NERG: Postbus 39, Leidschendam. Giro 94746 t.n.v. penningmeester NERG, Leidschendam. Secretariaat van de Examencommissie-NERG: van Geusaustraat 151, Voorburg.

Ledenmutaties

Voorgestelde leden:
Ir. D. Beekman, Oude Delft 247, Delft.
Ir. H. A. J. M. van Hoof, Prins Bernhardstraat 26, Valkenswaard.
Dr. ir. K. Teer, Vesaliuslaan 50, Eindhoven.

Nieuwe adressen van leden:
Ir. M. A. Reinders, Prinses Annalaan 392, Leidschendam.
Ir. C. van Schooneveld, Baron Schimmelpenninck v. d. Oyelaan 12, Voorschoten.